

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

E.A.P DE ODONTOLOGIA

**Estudio comparativo de la edad de ocurrencia del pico
máximo de crecimiento puberal en niños con
desnutrición crónica y nutrición adecuada**

TESIS

para optar el título profesional de Cirujano Dentista

AUTORA

Nadia Elaine García López

ASESOR

Luis Fernando Pérez Vargas

Lima – Perú

2008

DEDICATORIA

A mis padres y hermana, por su amor, apoyo y fe en mis sueños. A todas aquellas personas que durante los 6 años de estudios universitarios me brindaron sus conocimientos, experiencia y amistad.

AGRADECIMIENTOS

- A mis padres Basílica y Félix, por su confianza y por todo su esfuerzo.
- A mis abuelos, por los recuerdos de mi niñez, y el cariño en vida.
- A mi hermana Tania, mi mejor amiga, por su alegría, amor y sentido moral de la vida
- A Aldo, por su apoyo, amor y amistad durante estos años.
- Al Dr. Luis Fernando Pérez, por el optimismo y el apoyo constante durante la realización del estudio, siempre recordándome la importancia y el gran valor de investigar.
- A la Dra. Ana María Díaz Soriano, por darme el impulso inicial hacia la investigación, por su apoyo y predisposición en todo momento.
- Al Dr. Héctor Marengo, a sus enseñanzas y dedicación.
- A la Dra. Margot Gutiérrez, por su disposición y comprensión.

INTRODUCCIÓN

Durante la vida manifestamos diversos estadios de crecimiento y desarrollo, denominados en el surco de crecimiento puberal algunos con mayor relevancia clínica que otros; para la ortodoncia y la ortopedia los más importantes ocurren durante la etapa puberal (alrededor de los 10 a 15 años de edad), durante estos estadios se pueden lograr grandes cambios esqueléticos y oclusales en el paciente. Pero el individuo es la manifestación de la interrelación de factores internos y externos, en los cuales se desarrolló; en nuestro país donde la cuarta parte de nuestra población padece de algún grado de desnutrición¹ es inherente pensar su repercusión sobre las capacidades físicas y mentales futuras en la población infantil. El estudio describe el grado de afectación de la desnutrición sobre el momento de ocurrencia del pico máximo de crecimiento puberal, esto permitirá evaluar y comprender de manera integral al paciente candidato a un tratamiento ortodóntico y/u ortopédico.

INDICE

I. MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes	1
1.2 Bases teóricas	9
1.2.1. Crecimiento y desarrollo	9
1.2.1.1. Crecimiento de los tejidos	10
1.2.1.2. Curva de crecimiento	13
1.2.1.3. Antropometría para el estudio del Crecimiento	16
1.2.2. Nutrición	20
1.2.3. Maduración	24
1.2.3.1. Edad de maduración ósea	24
1.2.3.2. Factores que influyen en la maduración	27
1.2.3.3. Métodos de valoración de maduración ósea	28
1.2.4. Anatomía y osificación de la mano	30
1.2.4.1. Anatomía de la mano	30
1.2.4.2. Centro de osificación	33
1.2.4.3. Estadios epifisarios	35
1.2.5. Sistema de valoración Tanner- Whiterhouse II	39
1.2.6. Métodos de valoración radiográfica	41
1.2.6.1. Técnica radiográfica	42
1.2.6.2. Procesado de la película radiográfica	43
1.3 Definición de términos básicos	45

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Área problema	46
2.2 Delimitación del problema	47
2.3 Formulación del problema	48
2.4 Objetivos	
2.4.1 Objetivo general	48

2.4.2 Objetivo específico	49
2.5 Justificación de la investigación	49
2.6 Hipótesis y variables	
2.6.1. Hipótesis general	51
2.6.2. Hipótesis operativa	51
 III. MATERIALES Y MÉTODO	
3.1 Tipo de estudio	52
3.2 Población y muestra	52
3.2.1 Criterios de inclusión	52
3.3 Operacionalización de variables	53
3.4 Materiales y método	
3.4.1. Procedimiento y técnica de Recolección de datos	54
3.4.2. Recolección de datos	55
 IV. RESULTADOS	58
V. DISCUSIÓN	66
VI. CONCLUSIONES	69
VII. RECOMENDACIONES	70
RESUMEN	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72

INDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1	
Ficha de recolección de datos	83
 Anexo N°2	
Estadios epifisarios de la falange media del tercer dedo según el método TW II	84
 Anexo N°3	
Esquema de la mano para la toma radiográfica	85
 Anexo N° 4	
Percentiles para la valoración nutricional	86
 Anexo N° 5	
Registro fotográfico	88
 Anexo N° 6	
Muestra radiográfica	89

INDICE DE FIGURAS

Figura N°1	
Periodos críticos de crecimiento	11
Figura N°2	
Curvas de crecimiento	12
Figura N°3	
Curva que muestra la velocidad de crecimiento	14
Figura N°4	
Curva de velocidad de los 3 componentes	20
Figura N°5	
Esquema de mano y muñeca.	32
Figura N°6	
Gráfica hipotética de un centro de osificación	34
Figura N°7	
Estadios epifisarios	38
Figura N°8	
Curva patrón de velocidad de crecimiento de estatura y estadios de osificación de la mano y de la muñeca	39
Figura N°9	
Maduración ósea. Método Tanner- WhitehouseII	40

JURADO DE SUSTENTACIÓN

PRESIDENTE: Mg. C.D. Margot Margarita Gutiérrez Ilave

MIEMBRO: C.D. Héctor Aldo Marengo Castillo

ASESOR: Mg. C.D. Luis Fernando Pérez Vargas

ASESOR

MG. C.D. LUIS FERNANDO PÉREZ VARGAS

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EDAD DE OCURRENCIA DEL PICO MÁXIMO DE CRECIMIENTO PUBERAL EN NIÑOS CON DESNUTRICIÓN CRÓNICA Y NUTRICIÓN ADECUADA”

I. MARCO TEÓRICO

1.1 ANTECEDENTES

- Ozer T, kama J.D. Ozer S.Y. (2006)⁷ en Turkia, realizó un estudio sobre la práctica metodológica para la determinación del crecimiento puberal, donde empleó como método diagnóstico la maduración de las vértebras cervicales en comparación con la radiografía de la falange media del tercer dedo, concluyó que la radiografía periapical de la falange media del tercer dedo es un indicador de maduración esquelética confiable.
- Baccetti T., Franchi L., De Toffoi L., Ghiozzi B., Cozza P. (2006)⁸ en un estudio sobre la edad cronológica y la maduración ósea, concluyo que el inicio del pico de crecimiento puberal en niños se da entre los 9 años +/-6 meses (presentándose con un fuerte diagnóstico pre puberal) y en niñas a los 14 años +/-6 meses (estando en correspondencia con una probabilidad fuerte de una etapa post puberal en la maduración esquelética). Por lo tanto se concluye que la edad cronológica no corresponde al inicio del pico de crecimiento puberal en la maduración esquelética.

- Garnier D. Simondon K.B., Benefice E. (2005)⁹ en un estudio sobre las estimaciones longitudinales y su distribución en la pubertad en muchachas senegalesas adolescentes; concluyó que su pubertad fue sumamente retrasada, hasta aproximadamente en 3 años, en comparación a las adolescentes de la misma edad de países industrializados. Pudiendo ser por factores como la desnutrición, el gasto de energía significativo, la dieta pobre y condiciones de vida.
- Espina De Ferreira A.¹⁰ en el año 2005 en Venezuela, realizó un estudio sobre el empleo de la edad dental y la edad ósea para el cálculo de la edad cronológica con fines forenses, en niños considerando sus valores antropométricos e indicador nutricional (de desnutrición y normalidad). Compró que la edad ósea es afectada por el estado nutricional; en los niños con desnutrición esta fue en promedio 1.7 y 2 años menor que el grupo control y que en los niños con obesidad, respectivamente.
- Sidlauskas A, Zilinskaite L, Svalkauskiene V. (2005)¹¹ afirman que existe una demostrada cercanía entre el crecimiento maxilar y la velocidad de crecimiento mandibular con la etapa de maduración ósea, pudiendo ser evaluado mediante la radiografía de mano y muñeca; siendo el medio actualmente más disponible
- En un estudio realizado por Valentín y Reynaga (2004)¹², en poblaciones con diferentes estados de nutrición en correlación a la maduración

esquelética y calcificación dentaria, concluye que existe una influencia muy significativa entre estas variables.

- Freitas D. y col (2004)¹³, realizaron un estudio sobre la relación entre la maduración esquelética y el nivel socioeconómico de los niños en Portugal encontrando que no existe relación directa entre estas.
- Cáceres L. y Ayala G.¹⁴, en el año 2004 realizan una investigación en ratas, donde demuestran que el crecimiento y desarrollo de estructuras como del macizo craneofacial, mandíbula y fémur, así como la calidad de la estructura ósea, está en relación directa con la concentración de proteínas y hierro, consumida en la dieta.
- Paredes C. (2003)¹⁵, en Perú, determinó el estadio de osificación MP3 según Hägg y Taranger, en niños suecos y peruanos de 8 a 17 años de Lima y sin complicaciones nutricionales. Encontrando una alta correlación entre la edad y el estadio de osificación de estas poblaciones; siendo mayor en los niños peruanos mestizos. Al análisis de desarrollo esquelético según el sexo se observa que los niños peruanos se comportan como maduradores tempranos.
- Coelho K. Sichieri R. y González C. (2002)¹⁶ realizaron un estudio de la influencia de la masa corporal en adolescentes de bajo nivel socioeconómico en Río de Janeiro (Brasil), concluyendo que estos poseen una mayor prevalencia de un peso deficiente y baja estatura al inicio de la adolescencia, y

en la fase de desaceleración de redujo la proporción de jóvenes con compromiso de la estatura.

- Mori G., en el 2001¹⁷ (Brasil), estableció la eficacia del método simplificado para la identificación de la maduración ósea por medio de radiografías periapicales, del dedo pulgar en comparación con radiografías carpales (Método de Fishman); en niños de 8 y 16 años de edad en Sao Paulo. Los resultados revelaron que el método simplificado es tan eficaz como el método de Fishman para la estimación de la edad ósea.

- Bini y col (2000)¹⁸ en un estudio de poblaciones del Índice de masa de corporal (IMC) en niños y adolescentes según edad y etapa pubertad, concluyó que los valores del IMC dependen del grado de maduración puberal, sobre todo en muchachas. Esta influencia debería ser tomada en cuenta cuando el IMC es evaluado en adolescentes.

- Bull R., Edwards P., Kemp., Fry S., Hughes I. (1999)¹⁹ Cambridge, realizó un estudio sobre la evaluación de la edad ósea comparando los métodos de Greulich – Pyle (GP) y Tanner – Whitehouse (TW) II, encontrando que ninguno de los dos métodos empleados dan estimaciones equivalentes a la edad cronológica, sin embargo el método TW II provee valores más cercanos, por ello se sugiere su empleo.

- Shaiks AH. Rikhasor R., Quereshi A. (1998)²⁰ en un estudio sobre la determinación de la edad esquelética en niños de 8 a 18 años en Larkana –

Pakistán, encontró que los varones eran 1 año y las mujeres 0.5 años atrasados en su edad esquelética en comparación a los niños occidentales, esto podría deberse a la malnutrición, enfermedades u otros factores exógenos.

- De Simone M., Ferello G., Palumbo M., Gentile T., Ciuffreda M., Oilioso P., Cinque M. (1995)²¹, en Italia, realizó un estudio comparativo del crecimiento de niños obesos entre los 4 a 18 años y su influencia sobre la velocidad de crecimiento y la maduración ósea según el método de TW II, concluyendo que la ventaja estatural adquirida en los primeros años de vida sería explotada y mantenida hasta el principio de pubertad y con una velocidad de crecimiento igual a del sujeto delgado, con una maduración esquelética es fuertemente aumentada en ambos sexos. La edad ósea permaneció avanzada durante el período entero de desarrollo puberal.

- Hurtado M., Rios S., Valencia A., Echeverri J., Jimenez I. (1994)²², en un estudio realizado sobre crecimiento y desarrollo facial en ambos géneros, concluyeron que se presenta un diformismo sexual en el pico de crecimiento siendo menor en las mujeres.

- Morales G., Machado M., Caravia F., Carbó J. (1993)²³ estudiaron la relación entre la desnutrición y la edad ósea, así como la influencia de esta última sobre la oclusión dentaria en 2 grupos de 45 niños de ambos sexos, de 10 a 12 años de edad con diferente estado nutricional, en el cual se les determinó la edad ósea y el grado de severidad de la maloclusión. Concluyeron que el retardo en la maduración ósea es del 64,5% en los niños desnutridos,

independiente del sexo y se demostró su relación con el estado nutricional. Todos los niños con retardo óseo presentaban maloclusión con los valores más altos de severidad, y los más bajos se observaron en niños de edad ósea normal.

- El estudio realizado por FUNDACREDESA²⁴ (1991), Venezuela entre los años 1981-1987, determinó que al análisis de las radiografías carpales según el método TW II, en los estratos sociales altos tenían una maduración ósea más adelantada que la de los estratos sociales bajos, también se observó una maduración más temprana en los sujetos provenientes de áreas urbanas que los provenientes del área rural. Así mismo determinó que los venezolanos, durante la pubertad, muestran diferencias de maduración al ser comparados con las referencias internacionales, comportándose como maduradores tempranos.

- Takai, S. (1990)²⁵ en Japón, realizó un estudio sobre la aplicación del método TW II y la curva de maduración esquelética en diferentes medios socioeconómicos; concluyó que existe una influencia de esta sobre la maduración ósea entre poblaciones de similar nivel socioeconómico, sin embargo el modelo de madurez fue similar entre otras poblaciones independientemente de su discrepancia socioeconómica.

- Machado M., Caravia F., Morales G. (1989)²⁶ realizan una valoración antropométrica del crecimiento craneofacial en 172 niños, 25 de los cuales están clasificados como malnutridos. Realizaron 4 mediciones del neurocráneo

y 8 del viscerocraneo, del peso, talla y circunferencia cefálica. Las mediciones se efectuaron entre las 24-48 horas posteriores al parto, al tercer mes y al sexto mes. Se obtuvieron valores significativamente menores en los niños malnutridos para la mayor parte de las dimensiones estudiadas.

- Canals M., Valenzuela C., Avendaño A., Samith S.²⁷ En 1988, realizaron un estudio acerca de la maduración ósea en niños de 6 a 19 años, de mano y muñeca con los métodos de GP y el TW II, encontrando una correlación más significativa con el método TW-II para la población chilena.
- Méndez H., De Méndez C. (1986)²⁸, destaca que existe relación entre el entorno social y el desarrollo físico del niño, expresado en el peso y talla del organismo en crecimiento, llegando a la conclusión que a una mejor situación socioeconómica y cultural, corresponde un crecimiento sin interrupciones anormales hasta alcanzar una talla media correspondiente a su potencial genético. Además, observa que un factor de gran influencia sobre el crecimiento y el desarrollo humano es la alimentación, entre otras.
- Alcazar M., Alvear J., Muzzo S.²⁹ en 1984 en un estudio realizado en la población chilena, observó la relación entre la nutrición y el desarrollo óseo; constando que mientras más acentuada era la desnutrición había mayor retraso de la edad ósea alcanzado por la muestra.
- Wenzel A., Droschi H., Meisen B.³⁰ el 1984 (Australia) demostraron que el método de maduración esquelética GP mostraron algunas desviaciones

principales durante y después de la pubertad, sobre todo en muchachos, sin embargo el método TW II – RUS mostró un valor más estrecho, indicando una tendencia secular.

- Olivera y col³¹, evaluaron las alteraciones morfológicas, histológica y biomecánicas de la mandíbula en ratas desnutridas, encontrando una disminución del volumen de hueso interradicular y competencia biomecánica inadecuada atribuible a un mecanismo antiosteogénico posiblemente vinculado con la alteración de la actividad del hipotálamo.
- Según Hagg U, Y Taranger J. (1980)³² en un estudio sobre las etapas esqueléticas de la mano como indicador de crecimiento puberal, concluyeron que el desarrollo esquelético fue más avanzado en las mujeres que en los varones. El análisis mostró la relación entre el periodo de crecimiento y las etapas esqueléticas.

1.2 BASES TEÓRICAS

1.2.1. CRECIMIENTO Y DESARROLLO

El crecimiento es el resultado de la división celular y el producto de la actividad biológica, encontrándose asociado regularmente con el aumento de tamaño, Tanner (1971)³³. Tood define el crecimiento como un aumento permanente e irreversible del volumen, limitado en el tiempo y espacio en duración y magnitud, el desarrollo es esencialmente un progreso hacia la madurez³⁴.

El desarrollo se refiere a los procesos cuantitativos y cualitativos que tienen lugar en el organismo, incrementando la complejidad de los sistemas. La base de estos eventos es la diferenciación celular, cualidad que se lleva paulatinamente hasta alcanzar la capacidad funcional del organismo.³³ El crecimiento y desarrollo no se produce en el niño independientemente, sino que representa una diversidad y continuidad de interacciones entre la herencia y el ambiente.³⁵

Desde el nacimiento hasta la edad adulta se observan tres picos de crecimiento: *el primero*, muy intenso, ocurre desde el nacimiento hasta los tres años de edad, *el segundo*, es observado entre los 6-7 años en las niñas y 7-9 en los niños, *el tercero*, denominado circunpuberal, ocurre cercano a la pubertad y no concuerda con una edad cronológica específica³⁶. La intensidad de crecimiento aumenta de nuevo en la pubertad para cesar al

final de la adolescencia. El desarrollo facial sigue la misma curva que el desarrollo somático general.

En 1759 el Conde Philibert GUENEAU DE MONTBEILLARD³⁷, realizó en su hijo la primera investigación longitudinal sobre crecimiento desde el nacimiento hasta los 18 años para determinar el crecimiento anual de su estatura, graficando así, la primera curva de crecimiento e identificando los diferentes picos del crecimiento estatural por los que atraviesa un varón desde su infancia hasta la adultez.

1.2.1.1. Crecimiento de los tejidos

El crecimiento total se da mediante los procesos de hiperplasia (consiste en el aumento del número de células), hipertrofia (aumento en el tamaño celular) e hipertrofoplasia (es la combinación de los procesos anteriores). Los tejidos y órganos crecen por tres procesos: el intersticial (donde se anexan elementos celulares, esto ocurre en el tejido epitelial), aposicional (donde se anexan capas superpuestas al existen, este proceso se da en el tejido óseo) y el intersticioaposicional (que es la conjunción de ambos).³⁴

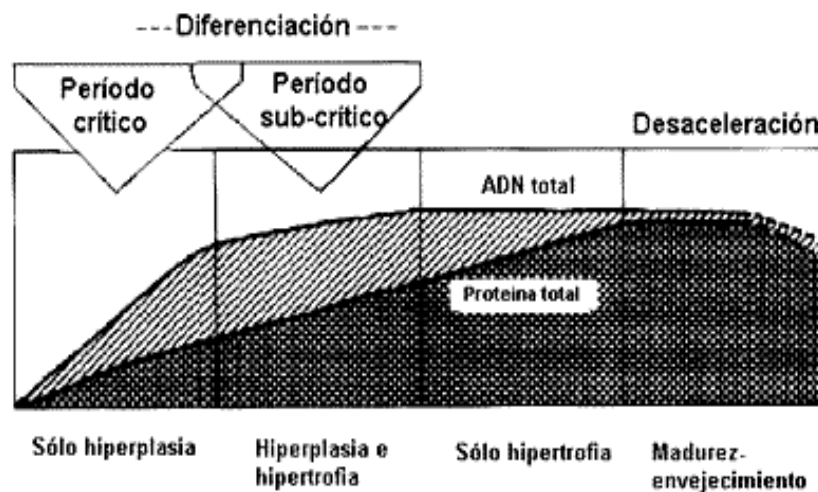


Figura Nº 1 Periodos críticos de crecimiento celular

Vellini³⁴ menciona que la velocidad de crecimiento del cuerpo es variado en sus diferentes partes, siendo modificadas de acuerdo a la edad del individuo. El crecimiento de un organismo se caracteriza por modificaciones progresivas en la forma y proporciones externas e internas. En 1930 Scammon y col. demostraron el crecimiento diferenciado de diversos tejidos, presentó un esquema para el análisis del crecimiento de las diferentes partes del cuerpo y órganos agrupándolos en cuatro categorías³³:

1. Curva general: registra los acontecimientos durante la infancia donde se da un rápido crecimiento, seguido de un intervalo regular y lento, seguido por un nuevo crecimiento rápido en la adolescencia y uno menor en la juventud. Abarca tejido óseo, músculos y vísceras donde su crecimiento es proporcional con la masa del cuerpo

2. Curva neural: donde se registra el crecimiento cefálico y cerebral hasta los 6 años, en esta edad alcanza un 90% de su valor total.
3. Tejido linfóide: alcanzando su valor máximo durante la adolescencia y decreciendo posteriormente.
4. Tejido genital o reproductivo: afecta fundamentalmente a órganos del aparato reproductivos.³³

Estudios antropométricos realizados, permiten concluir que en cada edad todas las partes del cuerpo no crecen a la misma velocidad, que algunas partes crecen a velocidades similares y que otras están más cercanas a los valores adultos.³⁷

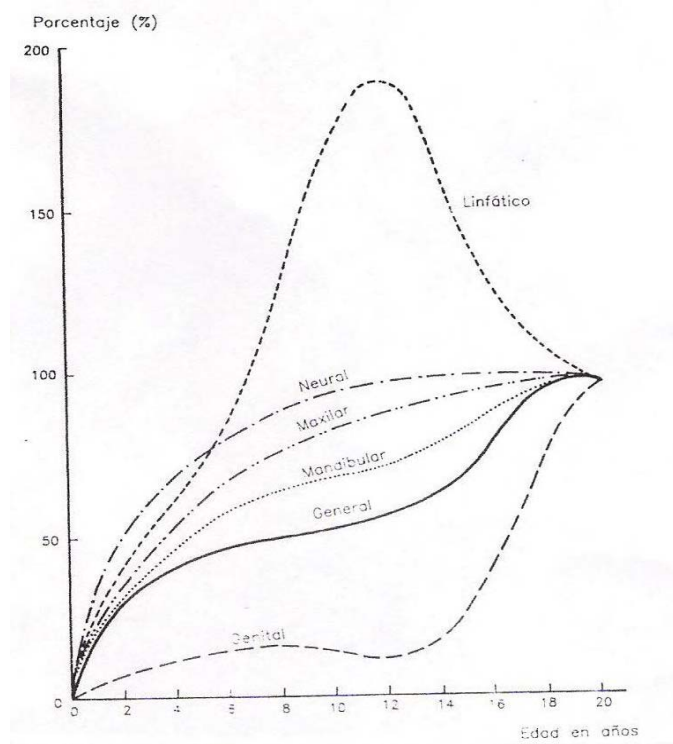


Figura Nº 2.- Curvas de crecimiento de distintas partes del cuerpo, que muestran los cuatro tipos de principales, se añadió el mandibular y maxilar de Scammon, 1930³³

El crecimiento y desarrollo de las diferentes estructuras del cuerpo se ven influenciado por diversos factores. Vellini los clasifica como *primario* aquellas de origen hereditario y que determinan características étnico y sexuales (pudiendo ser influenciados de manera considerable por factores externos como la nutrición) y *secundario* como el estado de salud - enfermedad de los progenitores, condición socioeconómica: la alimentación, considerando calidad y cantidad de macro y micronutrientes proporcionados. Moyers afirma que los niños que viven en condiciones favorables tienden a ser más altos, desplegando diferentes tipos de crecimiento (rango crecimiento y peso) y muestran variaciones en los tiempos de crecimiento cuando se les compara con niños en condiciones socioeconómicas más desfavorables; esto se corrobora en el estudio realizado por Vellini.³⁴

1.2.1.2. Curva de crecimiento

Se destacan dos periodos de gran velocidad de crecimiento en la curva de la talla: el primero correspondiente a los dos primeros años de vida y el otro a la etapa puberal⁷. Esto es corroborado por el estudio realizado por Hurlock (1985) durante la adolescencia la velocidad de crecimiento alcanza su pico más alto siendo esta cerca del doble del crecimiento puberal tardío. La pubertad se corresponde con el periodo del proceso de crecimiento y desarrollo del ser humano en que este adquiere la facultad de procrear, donde se producen cambios en las características del individuo las que se traducen en el desarrollo de

órganos y caracteres secundarios, conjuntamente con el incremento de la velocidad de crecimiento; además de cambios en órganos y sistemas (Marshall y Ander, 1986).³³

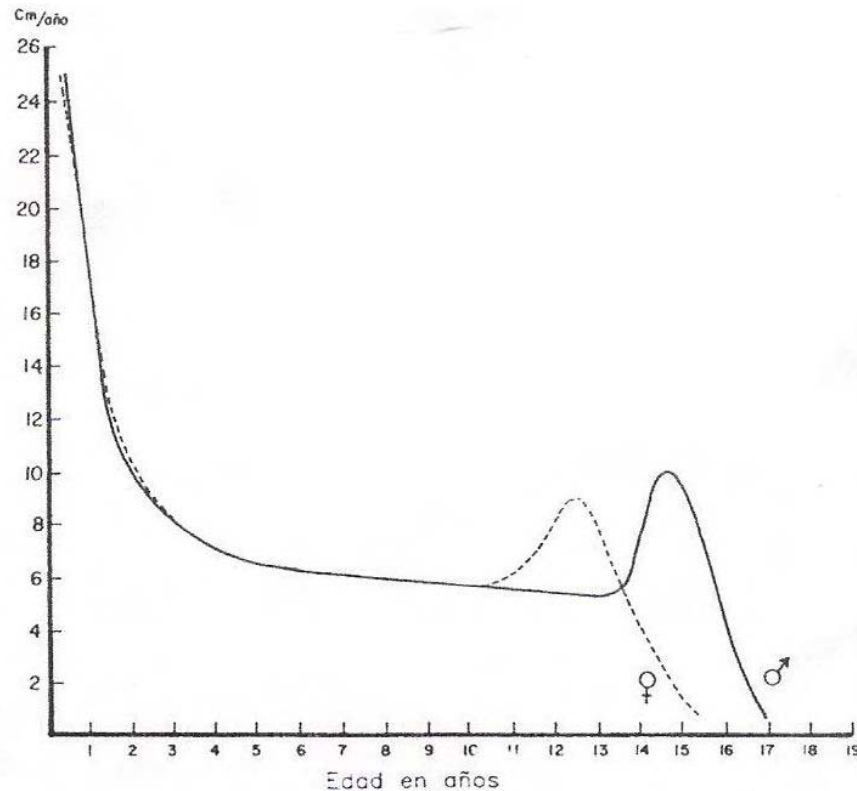


Figura Nº 3.- Curva que muestra la velocidad de crecimiento y el pico de velocidad de crecimiento en mujeres (línea discontinua) y varones (línea continua).

El proceso puberal está determinado genéticamente pero puede ser modulado por la acción ambiental como factores nutricionales, siendo capaz de producir cambios dentro de una misma población. De acuerdo a Björk (1972), la curva de velocidad de la estatura es un buen instrumento para valorar el crecimiento facial debido a la estrecha relación temporal entre el crecimiento puberal máximo en la talla y

algunas mediciones faciales como el crecimiento mandibular y maxilar³¹. Inmediatamente después del pico de crecimiento corporal hay un aumento de la velocidad de crecimiento de la mandíbula y el maxilar en ambos sexos, siendo mayor la velocidad del maxilar en las niñas y de la mandíbula en los niños. El crecimiento del tercio superior de la cara esta llegando a su terminación durante el período postpuberal, mientras que la mandíbula continua creciendo, un poco mas lento, pero todavía suficiente, para producir apiñamiento o trastornos oclusales.³⁸ Durante la pubertad ocurren cambios físicos predeterminados genéticamente, pero modulados por la acción ambiental.

Para valorar el crecimiento puberal en un periodo determinado, se puede realizar evaluando el desarrollo esquelético de la mano y la muñeca pueden proporcionar una valiosa información, especialmente para identificar a los pacientes ortodónticos que están cerca al pico máximo de crecimiento puberal o después de esta (Hägg y Taranger 1980, 1982)³³. El aumento en la velocidad de crecimiento va acompañado de la maduración sexual característico de este período; un crecimiento somático acelerado llamado estirón puberal que involucra prácticamente todas las estructuras corporales, pero de manera desigual, manifestándose sobre todo en la masa muscular, grasa y huesos. El aumento de la velocidad de crecimiento se inicia mas temprano en las niñas que en los niños alcanzando su pico máximo dos años antes en ellas³⁴ (11 años niñas y 13 años niños),³⁵ .A partir de este momento la

velocidad desciende rápidamente, y alrededor de los 17.5 años en mujeres y 19.2 años en hombres esta etapa finaliza.³⁸

1.2.1.3 Antropométrica para el estudio del crecimiento

Antropometría es la medida de las dimensiones físicas del cuerpo humano en años diferentes. La comparación con referencias estándar para la edad y el sexo ayuda a determinar anormalidades en el crecimiento y el desarrollo, y puede detectar las carencias nutritivas o excesos. Las medidas repetidas de un individuo con el tiempo proporcionan datos objetivos sobre la nutrición, la salud, y el bienestar.

El método antropométrico se basa en el estudio de tres indicadores: peso para la talla, peso para la edad y talla para la edad. La combinación de los tres indicadores muestra el déficit agudo y el déficit crónico del individuo.¹⁶ Existen varios parámetros antropométricos para evaluar el crecimiento y desarrollo, y la adecuación de estas mediciones se determina al compararlas con tablas de crecimiento propuestas por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Lo ideal es compararlas con tablas de países desarrollados, pues sus factores ambientales serían los mejores para expresar el potencial genético de crecimiento, por lo tanto son más exigentes y a la vez una buena meta para alcanzar³³, además han demostrado ser válidas para poblaciones de diversas razas (Waterlow, 1996)³⁹. Actualmente el Ministerio de Salud (MINSA) utiliza las tablas propuestas por la OMS perteneciente a la Nacional Center for

Chronic Disease Prevention and Health Promotion (CDC - NCHS), para edades entre los 2 años hasta los 20; clasificándolos de acuerdo a sexo. (Ver anexo N° 4)

1. Peso para la edad.-

Es la relación existente entre el peso y la edad tomando en cuenta la referencia para su edad y sexo. Es un indicador sensible, se emplea para diagnosticar y cuantificar la desnutrición actual o aguda. El aumento de peso al crecer se produce a diferentes velocidades, de acuerdo al género y de la edad; es más rápido en los periodos más altos de la curva de crecimiento⁴⁰. Su empleo se recomienda en las diferentes clasificaciones de estado nutricional en niños de 10 años hasta adolescentes, y se basa en valores de índice de masa corporal (IMC) según la edad.¹⁶

El índice de masa corporal (IMC) se determina por la fórmula:

$$\text{IMC: } \text{Peso Kg.} \div \text{Estatura cm} \times \text{Estatura cm} \times 10\,000$$

Fuente: MINSA, 2006

Tabla N° 1: Clasificación del estado nutricional de acuerdo a IMC⁴¹

ESTADO NUTRICIONAL	PERCENTIL
Adelgazado (desnutrido)	< 5 PC
Riesgo de delgadez	5 -<10 PC
Normal	≥10 -85 PC
Sobrepeso	≥85 - 95 PC
Obesidad	≥95 PC

Fuente: CDC – NHS, mayo 2000

2. Peso para la talla.-⁴²

Es la relación entre el peso obtenido de un individuo de una talla determinada y el valor de referencia de esta en relación a su género. Este análisis es más específico para el diagnóstico de desnutrición aguda en niños de 2 a 10 años. Tiene la desventaja de no permite identificar a los niños desnutridos crónicos adaptados. En relación a la malnutrición por exceso, cuantifica el sobrepeso, aunque es necesario usar indicadores de composición corporal. Generalmente es consecuencia de un episodio agudo de enfermedad infecciosa o de una severa disminución en la ingesta calórica.⁴³

3. Talla para la edad.-

Es la relación entre la talla del individuo y la referencia para su edad y sexo. Este indicador se emplea para el diagnóstico de la *desnutrición pasada o crónica*, no refleja la desnutrición actual, ya que la talla se afecta cuando la agresión nutricional se prolonga en el tiempo por depender del desarrollo de los huesos largos. Se considera que su déficit es una condición prácticamente irreversible, lo cual coincide con el estudio realizado por Martorell.⁴⁴

Los indicadores evalúan la pérdida de talla o *stunting*, para determinar el grado de reducción o afectación en la estatura para la edad en un estado de desnutrición crónica, según los valores referenciales propuestos.

Formula de Waterlow³⁹, para el diagnóstico de desnutrición crónica:

$$\% \text{ Talla para la edad: } \frac{\text{Talla real (cm)}}{\text{Talla P50 para la edad (cm)}} \times 100$$

Fuente: Organización Panamericana de la Salud, 1996

Tabla N° 2: Clasificación según Waterlow: Estado del crecimiento de acuerdo a Talla/Edad

ESTADO DE CRECIMIENTO	PERCENTIL	
Normal	>95%	
Desnutrición crónica (stuning)	Leve	95-90%
	Moderada	90-85%
	Grave	<85%

Fuente: Organización Panamericana de la Salud, 1996

4. Velocidad de crecimiento

Es una medida simple y reproductiva que evalúa el cambio del crecimiento en un período de tiempo determinado; generalmente es expresado en centímetros por año. Esto es el modo más sensible de evaluar el retraso del crecimiento, y es en particular provechoso en la identificación temprana de niños y adolescentes con desnutrición.⁴⁵

Se evalúa observando la curva graficada a partir de dos mediciones de la talla, las mismas que deberán estar separadas por un intervalo de tiempo mínimo de 3 meses. Se considera una velocidad de crecimiento normal cuando la curva de crecimiento es paralela a los percentiles establecidos como normales, considerar que:¹⁶

- La velocidad de crecimiento prepuberal es de 5 a 6 cm. cada año.
- La velocidad de crecimiento puberal es de 10 a 12 cm. cada año.

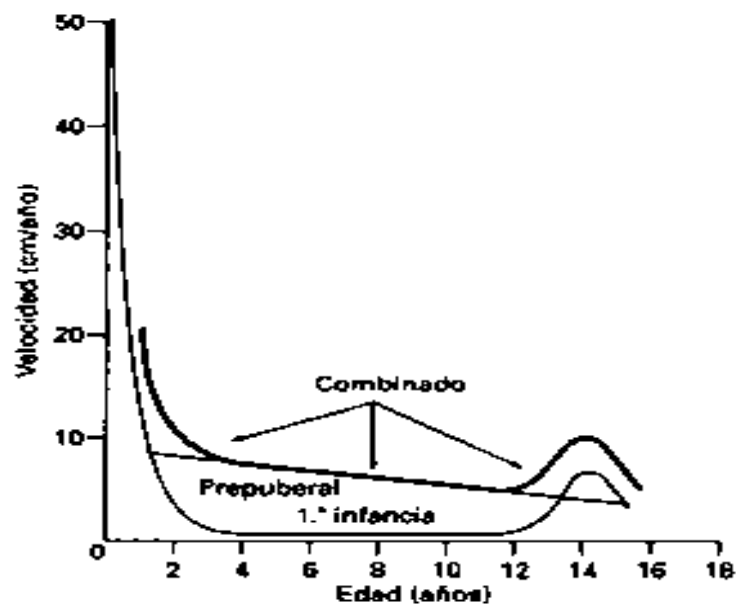


Figura Nº 4 Curva de velocidad de los 3 componentes, según Karlberg.

1.2.2. NUTRICIÓN

El estado nutricional es el resultado del equilibrio entre la ingesta de alimentos y de sus requerimientos. La calidad y cantidad de los alimentos consumidos durante y después del periodo de crecimiento ejercen una profunda influencia sobre la velocidad de crecimiento y el tamaño del cuerpo, especialmente en los momentos de máxima demanda donde se corresponde

a una mayor reproducción celular como en los primeros años y la adolescencia.⁴⁶ Se sabe que la mejora en la nutrición en los países industrializados conlleva a una aceleración en los procesos de maduración del cuerpo⁹.

Moyers (1975) afirma que los niños que viven en condiciones favorables tienen a ser más altos, desplegando diferentes tipos de crecimiento (rango de crecimiento y peso) y muestran variaciones en los tiempos de crecimiento cuando se les compara con niños que vivieron en condiciones socioeconómicas más desfavorables. Barja (1968) encontró una mejor estatura en los escolares chilenos pertenecientes a un mejor nivel socioeconómico obteniendo una relación directa³⁸, esto se reafirma en un estudio realizado por Espina (2005),¹⁰ es decir, el crecimiento del niño depende principalmente del medio y no de la carga genética.³⁹

Para un crecimiento y desarrollo normal se requiere de la reunión de varios factores: nutrición adecuada, función endocrina y gástrica normal y de una respuesta normal de tejidos. La necesidad energética es el aporte que procede de una dieta presuntamente necesario para mantener el equilibrio energético de un individuo sano. En los niños, se incluyen aquellas necesidades asociadas al crecimiento siendo mayores en los niños que se encuentran entre las edades de 7 a 10 años disminuyendo progresivamente.⁴¹

Una nutrición crónicamente insuficiente tiene efectos similares a los de un trastorno crónico, disminuyendo la cantidad de energía necesaria para mantener un crecimiento, cuanto más dura el trastorno mayor será su impacto acumulativo⁴⁷, aun mayor si es asociado con enfermedades denominándose “causas inmediatas” de la desnutrición.⁴³

Tabla Nº 3: Necesidad energética para niños y niñas

Edad	Peso (Kg)	Estimación de necesidad energética	
		En niños (MJ)	En niñas(MJ)
9 años	28.6	53	48
10 años	31.9	49	44
11 años	35.9	46	41
12 años	40.5	44	38
13 años	45.6	42	36
14 años	51.0	40	34
15 años	56.3	39	33

Datos del Food and Nutrition Board, National Research Council: Dietary reference intakes: Energy. Washington D:C: National Academy Press, 2004⁴¹

Muchos adolescentes incrementan su apetito a veces hasta 16.7 MJ por día (4000 Kcal.), esto parece ocurrir cerca de la edad de ocurrencia de la máxima velocidad de crecimiento en altura, en muchachas (alrededor de los 12 años), pero en muchachos puede venir más tarde que la edad de velocidad de altura máxima (por lo general 14 años).⁴²

En periodos cortos de malnutrición el crecimiento se hace más lento, pudiendo retardar el crecimiento, el tamaño, la química corporal y calidad de

ciertos tejidos como el óseo³³; durante el estirón del crecimiento y la pubertad; esto fue corroborado en un estudio realizado por Cáceres y Ayala (2004) ¹⁴ sobre la alteración que produce una dieta deficiente de proteínas y hierro en ratas, al estudio histológico observaron una mayor actividad osteoclástica, y escasos gránulos de hemosiderina (factor que actúa estimulando la proliferación celular de los tejidos, sinergizando los factores de crecimiento), así como un menor tamaño femoral.

Con el restablecimiento de buenas condiciones nutritivas se espera una nueva aproximación a la curva predeterminada genéticamente, sin embargo un estudio realizado por Alippi⁵, sobre crecimiento compensador en ratas, concluyó que las alteraciones nutricionales producen defectos no uniformes en las unidades esqueléticas, y estas tienden a presentar un crecimiento compensador, pero no existen datos en la literatura sobre la existencia de un crecimiento compensador a nivel mandibular⁵.

En un estudio clínico realizado por Muzzo⁵⁰ en niños chilenos donde observó la relación entre la nutrición y el desarrollo óseo, constató que mientras más acentuada era la desnutrición había un mayor retraso de la edad ósea. López y col (1981)⁴⁸ establecieron que en situaciones deficitarias son las mujeres las que representan una mayor estabilidad por lo que la repercusión sobre el crecimiento es menor; esto coincide con un estudio realizado por Pajuelo,⁴⁹ en Perú, donde corrobora que la desnutrición crónica es más frecuente en el sexo masculino respecto al femenino.

La desnutrición también es un factor de riesgo significativo para el retardo del brote dentario, lesiones de esmalte, maloclusión y gingivitis⁵¹, Mognihan⁵² afirma que influye desfavorablemente en lo referente al crecimiento y desarrollo craneofacial, constituyéndose en un factor adverso y antecedente de diversas secuelas como alteraciones en la calidad y textura de tejidos como hueso, ligamento periodontal y dientes; siendo corroborado por Parpar³¹ quien demostró la afectación en el crecimiento óseo mandibular, produciendo displasia esquelética. De todo ello se puede inferir que las personas desnutridas crónicas presentarán una mayor probabilidad de tener problemas de maloclusión de origen esquelética y/o dentaria.

1.2.3 MADURACIÓN

La maduración representa los cambios ocurridos con la edad, dados con la finalidad de alcanzar un mayor grado de perfeccionamiento funcional.

Si bien en cada edad es posible establecer diferencias en el grado de maduración alcanzando un grado más dramático³³, cada individuo se caracteriza por tener su propio ritmo de maduración lo cual se le ha denominado “tiempo de crecimiento”.

1.2.3.1 Edad de maduración ósea mediante estudio por imágenes

La determinación de la edad ósea ha sido el método más utilizado para la valoración de la maduración, convirtiéndose en uno de los parámetros

más confiable para evaluar el crecimiento y desarrollo del individuo, pudiendo variar en el tiempo, entre grupos étnicos o entre niños de diferentes locaciones geográficas (Tanner, 1997)⁵³.

Consiste en la medición del avance del desarrollo óseo mediante el análisis radiográfico. Cada hueso comienza con un centro primario de osificación que crecerá progresivamente a la vez que se remodela, pudiendo adquirir una o más epífisis, adquiriendo su forma adulta con la fusión de la epífisis al cuerpo del hueso. El esqueleto de un niño sano se desarrolla como una unidad, y los distintos huesos se equiparan proporcionalmente a los otros. Por ello el examen radiográfico de una porción limitada del cuerpo nos sirve para valorar el esqueleto por completo, siendo la mano la más empleada por su accesibilidad. La valoración de la madurez esquelética es importante en cuanto a la posibilidad de determinar si el niño está avanzado o retrasado en su desarrollo óseo o de su crecimiento (González, 1999)⁵⁴.

Los primeros estudios radiográficos de la mano realizados por Pryor en 1909, establecieron que los huesos de las mujeres se osifican antes que los de los hombres, que la osificación generalmente es simétrica en condiciones normales y que la variación en la osificación de los huesos es un rasgo hereditario, posteriormente se desarrollaron métodos más elaborados y con mayor grado de precisión como el atlas de Greulich y Pyle, en 1959 que consiste en una serie de radiografías de todos los huesos de la mano y muñeca, que representan la maduración ósea típica

para una edad y sexo, y se compara con la radiografía en estudio. Este método es fácil de utilizar, sin embargo puede tener algo de subjetividad cuando al comparar, no se encuentre una radiografía que se asemeja a la que se está evaluando, pudiendo dar una diferencia hasta de 1 año respecto a la edad cronológica, lo cual se considera norma.³⁶ Otro método de valoración ósea es el de Tanner y Whitehouse (TW), que obtuvo su primera versión en 1962 conocida como TW y una perfeccionada en 1975, el TW-RUS. Cada hueso o epífisis tiene definidos unos estadios por los que necesariamente pasará por un proceso de maduración, existiendo de 8 a 9 estadios y que designa de la letra A hasta H. Robert N. Moore y col (1990) – Nebraska, realizaron un estudio evaluando radiografías carpales mediante el método TW II, y concluyeron que los resultados indicaron que el crecimiento estatural y la maduración. Hägg y Taranger (1980) encontraron que durante el pico de crecimiento puberal todos los niños estudiados presentaban el sesamoideo osificado. El método de Björk divide el proceso de maduración ósea de la mano en 8 estadios entre los 9 y 17 años.

La osificación completa de la mano guarda una estrecha relación con el cierre de la epífisis de los huesos largos, concluyendo con esto el cese del crecimiento longitudinal.

Las diferentes variaciones en el cuerpo originaron diversos métodos de valoración de la maduración biológica como: edad morfológica, edad ósea, edad de maduración sexual y edad de maduración dentaria. La

maduración esquelética consiste en la consolidación en su aspecto definitivo y en forma de tejido calcificado en las zonas fibrosas y cartilaginosas de las piezas esqueléticas. Los centros de osificación esquelética presentan un patrón de crecimiento en tamaño y forma un tanto fijo por lo que les puede identificar y describir sobre la base de la radiografía.

Según Marshall³³ el desarrollo esquelético satisface dos criterios esenciales para obtener un índice adecuado de madurez. Como:

1. Su resultado final es el mismo en todos los individuos
2. Los cambios son reconocibles y comunes a todos los niños.

1.2.3.2. Factores que influyen en la maduración³³

Son numerosos los factores que pueden ejercer su influencia en el proceso de maduración, además estos pueden estar relacionados entre sí, haciendo más compleja su comprensión y explicación sobre su influencia en la maduración. Entre los factores está el genético (factores ligados al sexo), donde las niñas presentaron una maduración adelantada de la edad dentaria, ósea y sexual, como el estudio presentado por Hagg y Taranger (1982) en 212 niños alemanes donde observaron el crecimiento y desarrollo esquelético y dental durante la pubertad, concluyendo que existe una diferencia de 2 años entre ambos sexos para el inicio del pico de crecimiento puberal.

Estos se pueden dividir en cuatro grupos: De carácter hormonal, nutricional, enfermedades y genético: están ligados al sexo, como el adelanto en la maduración que experimentan las niñas con relación a los niños, que se manifiesta, en el caso de la *edad dentaria* por un adelanto en la dentición permanente; en la *edad ósea*, por la maduración más rápida, y en la edad de desarrollo sexual, por un inicio más temprano de los cambios puberales, como ocurre en las niñas con el adelanto en sus estadios de maduración con respecto a los varones. La importancia de su determinación radica en evaluar si el niño se encuentra retrasado o avanzado en su desarrollo esquelético y la posibilidad de diagnosticar un trastorno de naturaleza endocrina o nutricional.

1.2.3.3. Métodos de valoración de maduración ósea³⁵

- Método métrico

Son mediciones lineales y plantimétricas que se realizan a las sobras óseas, que posteriormente fueron aplicadas a los huesos del carpo o a una selección de algunos centros de osificación de la muñeca y mano (como los metacarpianos y falanges). La desventaja es cuando se considera el tamaño óseo independiente a las características de maduración.

- Método cuantitativo

Es cuando se realiza un recuento radiográfico de los centros de osificación y de las epífisis fusionadas, comparándolas con la sumatoria de edades a partir de estudios en niños normales. Por ejemplo: Método Lefebvre y Kafman para niños menores de 2 años.

- Método cronológico

Se basa en determinar la edad de aparición y fusión de los núcleos de osificación, se compara la radiografía tomada con tablas que brindan las edades de aparición y fusión, como los percentiles. La desventaja es que presentan un margen de edad entre los 5 a 12 años.

- Método cualitativo o descriptivo

En este método se utilizan compendios radiográficos y esquemas del desarrollo óseo según edad y sexo, basado en indicadores de maduración. La edad de osificación se calcula por comparación con las imágenes del Atlas de Maduración. Aunque existen atlas para la rodilla, codo y pie, el más conocido y utilizado es el de Greulich y Pyle²⁸ (1950) para la mano y muñeca; Tood (1937), Roo y Schroder (1977, holanda), Sempe y Pavia (Francia), Hernández (España) e Izaguirre (Venezuela), Tanner y Whiterhouse (1962, 1975 y 1983)

Tabla Nº 4 Algunos métodos de evaluación de la maduración ósea.

Zona anatómica	Autor (año)	Técnica	Método	Edad útil
Mano	Greulich-Pyle (1959)	Rx	Atlas	0-18 años (+/- 0-1 a.)
Mano	Tanner-Whitehouse (1962,1975,1983)	Rx	Numérico	1-18 años (+/- 0-2 a.)
Mano	Tanner-Gibbons Método Casas(1994)	Rx	Numérico+ Pc-video-cámara	0-18 años (poco 0-2 a.)

1.2.4. ANATOMÍA Y OSIFICACIÓN DE LA MANO³⁴

1.2.4.1. Anatomía de la mano

La mano está formada por 27 huesos largos, a demás de los sesamoideos, y se divide en tres partes: carpo, metacarpo y dedos.

- Carpo.-

Está constituido por ocho huesos dispuestos en dos filas. La fila superior o proximal está compuesta por cuatro huesos que son: escafoides, semilunar, piramidal y pisiforme. La otra fila está formada por los huesos: trapecio, trapezoide, hueso grande o capitatum y hueso ganchoso o hamatum. Todos estos huesos están formados por una masa central de tejido esponjoso recubierto por una delgada capa de tejido compacto y presentan formas cuboides.

- Metacarpo.-

Está formado por cinco huesos largos con sus epífisis y diáfisis, enumerados del 1 al 5 de fuera hacia dentro. La epífisis del metacarpo 1 es proximal, mientras que las demás son distales (M1, M2, M3, M4 y M5). Junto a la parte interna y distal del metacarpo 1 se encuentra el hueso sesamoideo medial (aductor sesamoideo), siendo el flexor sesamoideo de difícil visualización.

- Dedos.-

Son en número de cinco, teniendo cada uno 3 falanges con sus epífisis proximales:

- Falange proximal: FP1, FP2, FP3, FP4, FP5.
- Falange meda: FM2, FM3, FM4, FM5.
- Falange distal: FD1, FD2, FD3, FD4, FD5.

El dedo pulgar es el único que tiene solamente dos falanges: falange proximal (FP1) y falange distal (FD1). Los dedos mantienen la misma numeración del metacarpo.

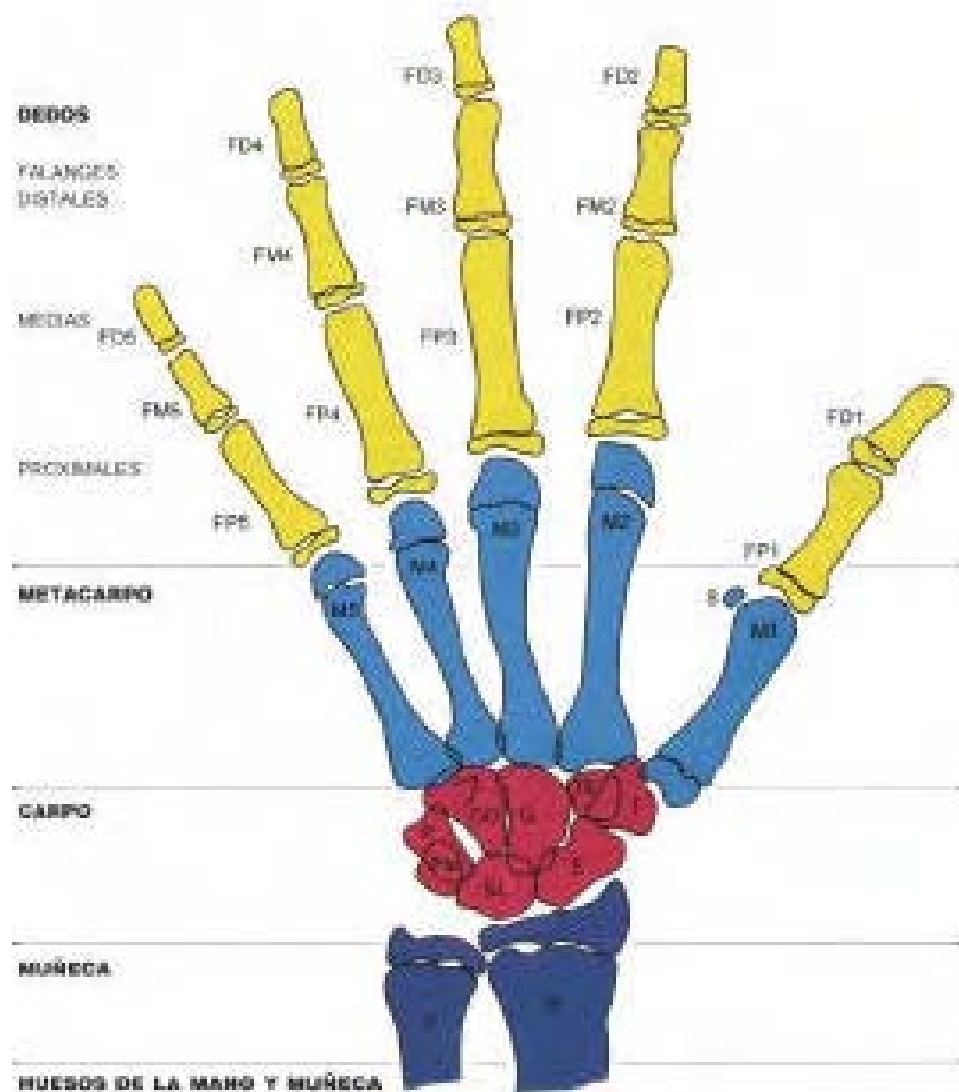


Figura N° 5 Esquema de mano y muñeca.

R: Radio	FP1: Falange proximal del primer dedo
C: Cúbito	
E: Escafoides	FP2: Falange proximal del segundo dedo
SL: Semilunar	
P: Piramidal	FP3: Falange proximal del tercer dedo
Psi: Pisiforme	FP4: Falange proximal del cuarto dedo
T: Trapecio	FP5: Falange proximal del quinto dedo
TE: Trapezoide	FM2: Falange media del segundo dedo
G: Grande	FM3: Falange media del tercer dedo
GC: Ganchoso	FM4: Falange media del cuarto dedo
M1: Primer metacarpiano	FM5: Falange media del quinto dedo
M2: Segundo metacarpiano	FD1: Falange distal del primer dedo
M3: Tercer metacarpiano	FD2: Falange distal del segundo dedo
M4: Cuarto metacarpiano	FD3: Falange distal del tercer dedo
M5: Quinto metacarpiano	FD4: Falange distal del cuarto dedo
S: Hueso Sesamoideo del pulga	
FD5: Falange distal del quinto dedo	

1.2.4.2. Centro de osificación

Los centros de osificación esqueléticos presentan un patrón de crecimiento en tamaño y forma un tanto fijo por lo que se les puede identificar y descubrir sobre la base de estudios radiográficos¹⁰, es importante valorar que los núcleos de osificación aparecen de uno a dos años antes en las

niñas y su fusión con los núcleos epifisarios y las diáfisis ocurren uno a dos años antes en las niñas que en los niños.

Desde su aparición como sombras óseas de forma irregular durante la niñez, estas epífisis que aparecen primero suelen ser las últimas en unirse a la diáfisis, siendo llamadas “epífisis de crecimiento”, estas pasan por cambios variables en su forma, hasta obtener su tamaño y forma definitiva, y que se observa en los huesos carpales.³⁵ La maduración esquelética se manifestará en la consolidación en su aspecto definitivo en forma de tejido calcificado.

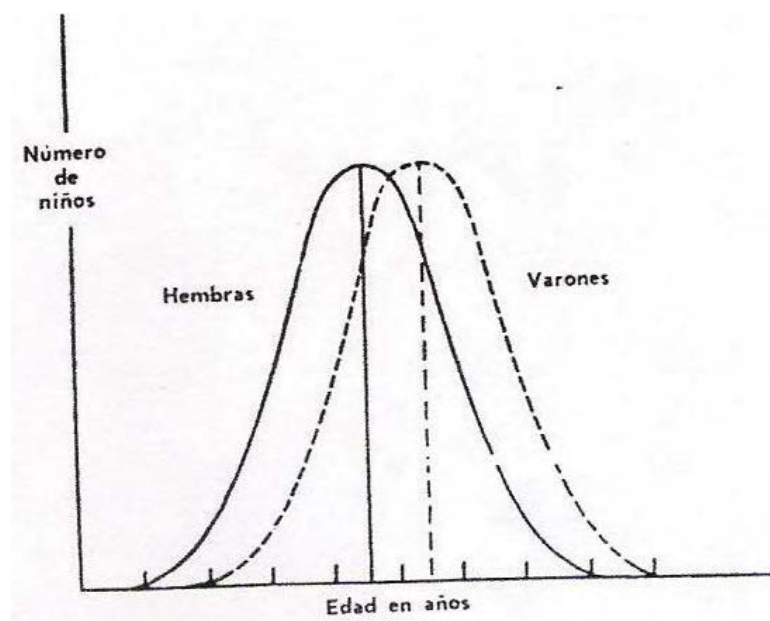


Figura N° 6 Gráfica hipotética que muestra el momento de aparición de un centro de osificación, comprobado radiográficamente. Gardner

1.2.4.3. Estadios epifisarios

Es el grado de osificación del cartílago de crecimiento, localizado entre la diáfisis y la epífisis. Estos ocurren primero en las falanges distales, luego en las proximales y por último las falanges medias. La secuencia de ocurrencia de estos fenómenos ocurre primero en el pulgar y va en dirección al meñique. Radiográficamente, en huesos muy jóvenes la epífisis no son visualizadas, pero va apareciendo un punto de osificación que va aumentando en lateralidad hasta llegar a la misma anchura que la diáfisis, comenzando a emitir prolongaciones laterales(cubrimiento) hasta alcanzar una fusión total, visualizándose solo la línea de unión³⁴. El cierre de las líneas epifisarias se realiza bajo control de la hormona de crecimiento (GH).⁵⁵

La simple visualización del estadio epifisario puede dar al ortodoncista una visión aproximada de la maduración ósea del paciente. El mayor interés en ortodoncia es ubicar al niño en relación con el pico de crecimiento; se pueden sintetizar los estadios tomando con una pequeña película radiográfica al tercer dedo alrededor de las falanges media y distal.⁵⁶

Con el objetivo de determinar la época del *surco de crecimiento puberal* (SCP), fueron desarrollados diferentes métodos de estudio, Y en base a estos se desarrolló una curva para ayudar a precisar el SCP.

El periodo de inicio al final del surto de crecimiento puberal dura aproximadamente 2 años, el pico de la velocidad de crecimiento puberal (PVCP: momento de máxima velocidad) ocurre alrededor de 1 años después del inicio del surco de crecimiento puberal (SCP). Tanner y Whiterhouse establecieron un sistema de valoración en base a la importancia de determinadas osificaciones del desarrollo epifisiario en los huesos de la mano: ³⁴

- FD: epífisis de las falanges distales con la misma anchura que la diáfisis. Falta aproximadamente 2 años para el inicio del SCP.
- FP: epífisis de las falanges proximales con la misma anchura que la diáfisis. Falta 1 año para el inicio del SCP.
- FM: epífisis de la falange media con la misma anchura que la diáfisis. Falta de 4 a 6 meses para el inicio del SCP.
- G1: inicio de la aparición del hueso ganchoso radiopaco. Determina el inicio del SCP y es la época adecuada para el inicio de tratamientos ortodónticos, principalmente maloclusiones esqueléticas.
- Psi: visualización del hueso pisiforme. Su osificación puede ser empleada como inicio de la adolescencia.

- R: epífisis del radio con la misma anchura de la diáfisi
- FD cap: cubrimiento epifisario en las falanges distales.
- S: visualización del hueso sesamoideo, su osificación se inicia 6 meses después de inicio del SCP. Las primeras señales de osificación aparecen entre los 10 a 12 años en niñas y de 12 a 15 en niños, al aparecer con contornos nítidos indica que el crecimiento futuro será progresivamente menor.
- G2: hueso ganchoso nítidamente visible. Indica que falta 3 meses para el PVCP.
- FP cap: cubrimiento epifisario en las falanges proximales.
- FM cap: cubrimiento epifisario en las falanges medias.
- R cap: cubrimiento epifisario del radio.
- M: momento de la menarquia, el SCP está cerca de su final.
- FD ui: inicio de la unión epifisaria en las falanges distales.
Falta aproximadamente 6 meses para el final del SCP

- FP ui: inicio de la unión epifisaria en las falanges proximales.
- FM ui: inicio de la unión epifisaria en las falanges medias.
- FD ut: unión total epifisaria en las falanges distales. Esto indica el final del SCP.
- FP ut: unión total epifisaria en las falanges proximales.
- FM ut: unión total epifisaria en las falanges media.
- R ut: unión total epifisaria en el radio. Esto indica el final del crecimiento en la maxila.

Los estadios epifisarios FP cap y FM cap, corresponden al pico máximo de velocidad de crecimiento puberal (PVCP) e indican que ya transcurrió 1 año dentro del surco de crecimiento puberal.³⁴

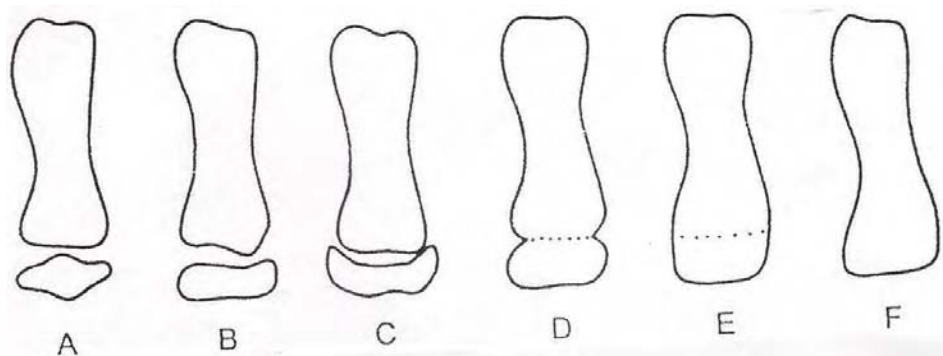


Figura Nº 7 Estadios epifisarios. A: Epífisis menor que la diafisis. B: Epífisis igual que la diafisis C: Cubrimiento epifisarios. D: Inicio de la unión epifisaria. E: Unión total. F: Senilidad. Vellini

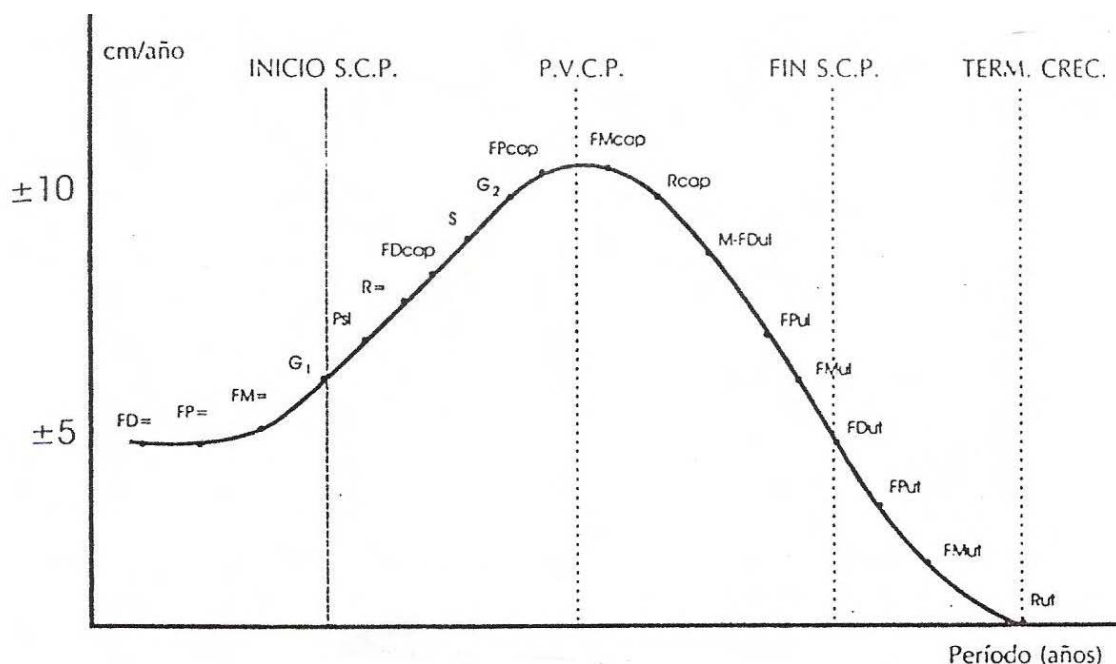


Fig. Nº 8 Curva patrón de crecimiento de la estatura y estadios de osificación de la mano y de la muñeca. Vellini

1.2.5. Sistema de valoración según Tanner – Whirtehouse (TW - 2)

Este método evita la diferencia individual de maduración de cada hueso, diseñando un sistema de puntuación independiente para cada uno y realizando una media o promedio de maduración de modo que minimiza las diferencias entre el grado y la velocidad de maduración entre los diferentes núcleos de osificación (Tanner, 1975)⁵⁷.

Este sistema asigna puntos numéricos a los huesos de la mano y muñeca, según el grado de madurez. Existen de 8 a 9 estadios que son identificados con las letras de la A hasta la I, identificando a 20 centros de osificación. El

radio, metacarpiano, las falanges, el hueso ganchoso y trapecio tienen 9 estadios cada uno asignados con las letras de la A hasta I, el cúbito y el resto de los huesos tienen 8 estadios asignados de las letras de la A hasta la H. Se omiten los huesos del segundo y cuarto dedo, ya que sus grados de madurez presentan similitud con los demás huesos. Toda etapa de cada hueso recibe una puntuación numérica sobre la base de su aportación al estado de madurez general del paciente. Finalmente la sumatoria de todas las calificaciones óseas constituye el grado de madurez del niño. La fase adulta corresponde a la puntuación máxima de 100.

El sistema TW II presenta tres variantes independiente de calificación (TW, TW-RUS, TW II). TW comprende solo 7 núcleos del carpo con excepción del pisiforme. TW – RUS abarca 13 núcleos radio, cúbito y huesos cortos de los dedos (falanges distal y falanges proximales del primero, tercer y quinto dedo, falange media del tercer dedo y quinto dedo), y finalmente el sistema TW II que es la combinación de los dos sistemas de calificación anteriores tomando en cuenta la radiografía de la mano total ósea, los 7 huesos del carpo y las trece del TW- RUS. El método de valoración que se aplica mejor en nuestra población es el método TW II. (Ver anexo N° 2)

El aumento en la velocidad del crecimiento coincide con que el sesamoideo ya se esta visible aproximadamente 1 año antes del pico de crecimiento, la falange media del tercer dedo alcanza en anchura a su diáfisis y el sesamoideo ya esta osificado. La fusión completa de la epífisis a la diáfisis de las falanges proximal, media y distal del tercer dedo, ocurren siempre después del pico.³⁸

Se ha encontrado relación entre las fases de osificación y el pico de crecimiento.

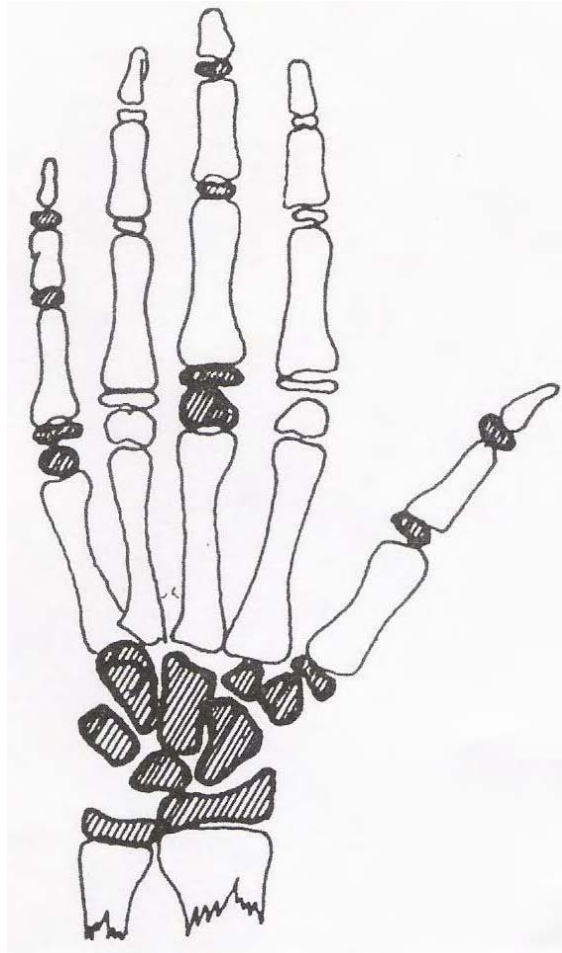


Figura Nº 9 Maduración ósea. Método Tanner- Whitehouseell , huesos y epífisis que se evalúan (sombreados)

1.2.6. Métodos de valoración radiográfica³⁵

La evaluación radiográfica se inicia con la siguiente secuencia:

- Epífisis distal del radio - cubito - metacarpiano I, III y V

- Epífisis Falange proximal I, III, V
- Epífisis Falange media III y V
- Epífisis Falange distal I, III y V
- Hueso ganchoso, piramidal, sesamoideo, escafoides, trapecio, trapezoide.

El orden se aplica a la asociación con los diámetros vecinos. Al determinar un estudio se debe verificar que la epífisis guarde las características descritas al pie de los esquemas de TW II. La suma total obtenida se hace coincidir con las tablas de puntuación para obtener la edad ósea correspondiente. El resultado final se obtiene comparando la edad ósea con la edad cronológica (expresada en decimales). Una menor edad ósea y mayor edad cronológica constituye un mayor potencial de crecimiento. El estadio FP cap y FM cap equivalen a una valoración “G”, según Tanner y Whiterhouse II.

1.26.1. Técnica radiográfica ⁵⁸

1. Técnica convencional.-

La mano derecha o izquierda, se coloca hacia abajo, haciendo contacto con el chasis. El eje medio se alinea con el antebrazo, los dedos se colocan separados con el pulgar en un ángulo de 30º en el índice. El tubo se ubica a 76cm centrado a nivel del tercer metacarpiano.

2. Técnica operativa para el tercer dedo.-

El mayor interés en la ortodoncia es ubicar al niño en relación al pico máximo de crecimiento puberal esto es factible al emplear la radiografía periapical de la falange media y distal del tercer dedo como método para simplificar el análisis, obteniendo información suficiente de esta manera.⁵⁶

Se elige el tercer dedo, que debe estar alineado con el eje del antebrazo. Esta se coloca con la palma de la mano hacia el piso, sobre la película Kodak Nº 2 u oclusal (según sea el caso) la placa debe estar colocada en posición tal que registre los hallazgos con la menor cantidad de distorsión posible.

El equipo radiográfico debe ser de cono largo calibrado en 70Kv y 8mA, ubicado a una distancia entre el foco y el objeto de 40cm (mediante un tubo adaptado), con un tiempo de exposición de 0.9seg. El rayo central pasará por la falange media o distal del tercer dedo.

1.2.6.2. Procesado de la película radiográfica⁵⁸.-

1. Método de inspección.-

Se revela la placa hasta apreciar los detalles que necesitan ser observados por contraste. Sin embargo iluminación del cuarto oscuro y la superficie mojada de la película producen una variabilidad visual

de los detalles proporcionando un mayor sesgo para la interpretación.

2. Método Tiempo – Temperatura.-

Los fabricantes recomiendan que el líquido revelador y fijador se encuentren entre las temperaturas de 18°C a 30°C; la placa debe ser lavada con abundante agua para detener el proceso del revelado, posteriormente se coloca la placa en la solución fijadora el doble del tiempo que se necesitó para el revelado. El secado puede realizarse por medio de un gabinete de secado o al aire. Este método nos provee una imagen de alta calidad con el máximo de velocidad y contraste.

1.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- Estado nutricional: resultado obtenido tras el análisis de valores antropométricos según percentiles que catalogan al individuo de acuerdo a su condición nutricional.
- Nutrición: conjunto de procesos involuntarios que conllevan a la asimilación de nutrientes de los alimentos ingeridos.
- Desnutrición: estado patológico provocado por la falta de ingesta, mala absorción de nutrientes o por exceso de gasto metabólico.
- Pico máximo de crecimiento puberal: simboliza el máximo valor alcanzado en la curva de crecimiento.
- Capamiento: crecimiento bilateral y de manera envolvente de la epífisis hacia de diáfisis.
- Edad cronológica: tiempo de vida de un individuo desde su nacimiento, contabilizado en años, meses y días.

2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.2.1 AREA PROBLEMA.-

El entorno social y familiar en el cual se desarrolla un niño enmarca las capacidades futuras de este ante su sociedad; al valorar su estado de crecimiento y desarrollo es importante considerar los diferentes factores que intervienen como: la carga genética heredada de sus progenitores (que establece un rango de crecimiento futuro), la exposición a noxas o enfermedades que pudieran conducir a un retraso en su crecimiento o un deterioro en su salud de manera aguda o crónica en las diferentes fases de su vida (principalmente durante los primeros años); su género, edad, condición socioeconómica, estado nutricional, etc.

El 48.9% de la población peruana padece de desnutrición crónica¹, en Lima metropolitana el valor estimado es de 10.1%², estas deficiencias nutricionales en el niño conllevan a un retraso o desaceleración en su proceso de crecimiento y maduración, si las deficiencias nutricionales se establecen de manera crónica en el individuo, éste no alcanzaría su potencial máximo de crecimiento, manifestándose en una talla baja para la edad y en malformaciones óseas no uniformes o en un déficit en el crecimiento de la maxila o mandíbula ocasionando discrepancias oclusales o displasias esqueléticas^{3,4,5} o en otras partes del cuerpo.

La velocidad de crecimiento se expresa en una curva que alcanza su máxima expresión durante la pubertad, denominándose *pico máximo de crecimiento puberal*, este periodo es de mayor relevancia para el diagnóstico y plan de tratamiento ortodóntico y/o ortopédico, puesto que permite obtener los mejores resultados en casos de discrepancias esqueléticas.

El estudio se mide el momento del pico máximo de crecimiento puberal mediante la radiografía periapical de la falange media y proximal del tercer dedo y este valor se correlaciona los estados nutricionales de desnutrido crónico y normal (evaluando medidas antropométricas de talla y edad).

2.2.2 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

En la evaluación diagnóstica de un paciente candidato a un tratamiento ortodóntico u ortopédico posee suma importancia el estadio de crecimiento óseo en el cual se encuentre, en especial el pico máximo de crecimiento puberal (valorado mediante la radiografía periapical de la falange media y proximal del tercer dedo) puesto que este momento coincide con la mayor aceleración del crecimiento facial y mandibular, es donde se puede expresar los mejores resultados de la terapia ortodóntica u ortopédica; considerando que diversos factores de importancia como el nutricional tiende a variar el momento de aparición de este, es importante por ello determinar la relación y grado de afectación e interrelación entre

la desnutrición crónica y el pico de crecimiento puberal en una población de Lima.

En nuestro país existen investigaciones que proveen datos al respecto, pero de manera independiente. Por ello el estudio determino si existe concordancia de un indicador de crecimiento a través de la radiografía de la falange media y proximal y el indicador de estado nutricional, en niños que se encuentren en el pico máximo de crecimiento puberal según género y estado nutricional, en el mes de marzo y junio del 2008; el estudio se realizo en casas albergue y dos colegios ubicados en el distrito de Bellavista, siendo la población de estudio los niños

2.2.3. FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Existen diferencias significativas en la edad de ocurrencia del pico máximo de crecimiento puberal entre los niños y niñas con estado nutricional adecuado y con desnutrición crónica?

2.4 OBJETIVOS

2.4.1. OBJETIVO GENERAL.-

Determinar la diferencia entre la edad de ocurrencia del pico máximo de crecimiento puberal entre los niños y niñas con estado nutricional adecuado y desnutrición crónica.

2.4.2. OBJETIVO ESPECIFICO.-

- Determinar el promedio de edad de ocurrencia del pico máximo de crecimiento puberal en los niños con desnutrición crónica y nutrición adecuada.
- Determinar el promedio de edad de ocurrencia del pico máximo de crecimiento puberal en las niñas con desnutrición crónica y nutrición adecuada.
- Comparar la edad promedio de ocurrencia del pico máximo de crecimiento puberal de niños con desnutrición y nutrición adecuada.
- Comparar la edad promedio de ocurrencia del pico máximo de crecimiento puberal de niñas con desnutrición y nutrición adecuada.

2.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Tradicionalmente para el estudio del surco de crecimiento puberal empleamos un método de diagnóstico basado en otros estudios realizados en países desarrollados en las cuales las condiciones de vida de la población infantil son muy diferentes a la nuestras, donde la primera puede expresar un mayor potencial de crecimiento. Ante nuestra realidad donde la cuarta parte de niños menores de 5 años padecen de desnutrición crónica, tenemos que plantear medidas futuras y ejecutar proyectos de salud integral

en la población afectada y no afectada por esta condición; y así obtener un plan de tratamiento específico y preciso de la condición de salud del paciente; y conocer sus repercusiones en la salud oral y sus posibilidades de tratamiento inmediato y a futuro.

La desnutrición afecta a todo el organismo pero de manera diferente, y especialmente a los niños que se encuentran en momentos de máximo crecimiento como los primeros años y en la adolescencia. En niños desnutridos crónicos podemos observar una disminución en las dimensiones faciales, un micrognatismo transversal de maxilares, una disminución del ancho intercanino y un retraso en el brote dentario; que en conjunto nos lleva a considerarlo como factor predisponente a maloclusiones y malformaciones esqueléticas⁶. Y es el pico máximo de crecimiento puberal el estado óptimo para realizar las modificaciones oclusales y esqueléticas necesarias, debido a que podemos estimular o inhibir mediante aparatología ortodóntica u ortopédica su crecimiento.

Las variables que intervinieron en el estudio fueron de fácil medición y registro por parte del operador mediante el empleo de tablas establecidas por la CDC - NCHS (Nacional Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, 2000) y estudio radiográfico), permitiendo adaptar criterios teóricos en la población de estudio. Pudiendo llegar a ser validado por medio de un estudio longitudinal.

2.6. HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.6.1. HIPOTESIS GENERAL

“Existen diferencias significativa entre el promedio de ocurrencia del pico máximo de crecimiento puberal en los niños y niñas con nutrición adecuada y desnutrición crónica.”

2.6.2. HIPOTESIS OPERATIVA

“Los niños y niñas con desnutrición crónica presentan el pico máximo crecimiento puberal después que los niños y niñas con nutrición adecuada”

II. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 TIPO DE ESTUDIO

De acuerdo a las características del estudio fue del tipo descriptivo, transversal, y comparativo.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población de estudio fue conformada por todos los niños y niñas de 9 a 15 años de edad, pertenecientes a las casa albergue y dos colegios estatales del distrito de Bellavista – Callao, entre los meses de marzo a junio del año 2008.

La muestra de estudio fue conformada por todos los niños y niñas que se encontraron en el pico máximo del crecimiento puberal pertenecientes a casas albergue y colegios estatales del distrito de Bellavista - Región Callao.

3.2.1 Criterios de Inclusión

- Niños y niñas que contaron con el consentimiento informado respectivo.
- Niños y niñas que no presentan enfermedades sistémicas o crónicas, según referencia del niño.

- Niños y niñas que se encuentran catalogados dentro del estado nutricional normal y desnutrido crónico.
- Niños y niñas que al examen radiográfico, se encontraron en el pico máximo de crecimiento puberal.

3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variables	Definición	Indicador	Escala	Categoría de variable
Estado Nutricional	Es el resultado de la valoración e interacción del peso, talla y edad	Valores antropométricos obtenidos categorizados según los percentiles CDC – NCHS y formula de Waterlow	Nominal	N: normal DNC: Desnutrido crónico
Edad de ocurrencia del Pico máximo de crecimiento puberal	Es la edad que ocurre el máximo valor alcanzado en la curva de crecimiento puberal	Número de años y meses en que ocurre el pico máximo de crecimiento puberal, establecido mediante la radiografía periapical de la falange media y proximal del tercer dedo.	Razón	Número de años y meses

3.4. MATERIALES Y MÉTODO

3.4.1. PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1.1 Estado nutricional

Para el diagnóstico del estado nutricional se empleo los indicadores propuestos por la Organización Panamericana de la Salud y la OMS, establecidos por Waterlow³⁹ (ver tabla N°2).

- Se tomó la talla en posición de bipedestación, la cabeza se coloca en el plano de Frankfurt y paralela al piso; para una correcta posición del tronco se colocan con los pies descalzos, talones, nalgas y hombros en contacto con la pared, los tobillos deben estar juntos de forma que los maleólos internos se tocasen entre si y las plantas de los pies bien asentadas.
- Se empleo una cinta métrica de convencional de 1cm de ancho y 2m de largo.

3.4.1.2 Estudio radiográfico

Se procederá a realizar la toma radiográfica de la siguiente manera:

- El niño se sentó en un taburete, apoyando la mano y muñeca izquierda sobre el esquema trazado, con los

dedos extendidos, separados y relajados, en íntimo contacto con la placa radiográfica. El dedo medio debe estar alineado con el eje del antebrazo. (Ver anexo N°3)

- Se colocó a una distancia de 40cm entre el foco y la película radiográfica
- Con un tiempo de exposición de 0.9 segundos.
- Kilo voltaje a utilizar: 70 Kvp.
- Miliamperaje: 8mA.
- Con un tiempo de procesado: Revelado de 45 segundos:
 - Fijado de 2 minutos.
 - Temperatura: 18 a 30°C.

3.4.1.3. Técnica de observación

La observación radiográfica consistió en la revisión cuidadosa y de un análisis minucioso de la radiografía periapical de la falange media y proximal del tercer dedo con el objetivo de determinar el estadio de maduración ósea en el cual se encuentra según Tanner – Whiterhouse II (TW II). La asignación del estadio o etapa madurativa se realizó comparando la situación del hueso de la radiografía problema con los modelos y diagramas según TW II.

- Criterios para la evaluación: ⁵⁷

La asignación del estadio o etapa madurativa se realizó comparando la situación del hueso de la radiografía

problema con los modelos, diagramas e indicaciones sugeridos por el método TW II:

- Si solo existe un criterio, la radiografía deberá cumplirlo para considerar que se ha alcanzado el estadio.
- Si existe dos criterios para definir el estadio debe cumplir al menos uno.
- Hay que comprobar que la radiografía cumpla al menos un criterio del estadio anterior.

3.4.2. RECOLECCIÓN DE DATOS

1. Se confeccionó una ficha para la recolección de datos que incluyó: Datos del paciente: nombre, sexo, edad (en años y meses), estado nutricional, fecha de nacimiento, fecha de la toma radiográfica, estadio de maduración ósea en el SCP. (Ver anexo N° 1)

2. Ficha esquemática según TW II. (Ver anexo N° 2)

3. Ficha esquemática para la toma radiográfica: donde se observó un esquema de mano y muñeca sobre la cual el niño colocó su mano izquierda. (Ver anexo N° 3)

3.4.2.1. Procesamiento de resultados

3.4.2.1. Registro de la información

- El estadio de maduración ósea fue evaluado según el método de Tanner y Whiterhouse II.
- El estado nutricional fue evaluado según los percentiles de la CDC - NCHS (publicada el año 2000) y según la clasificación de Waterlow.

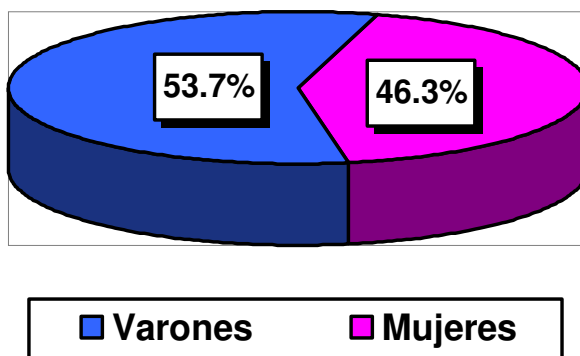
3.4.2.2. Análisis de la información

Mediante la prueba estadística de T de Student.

IV. RESULTADOS

Grafico N° 1

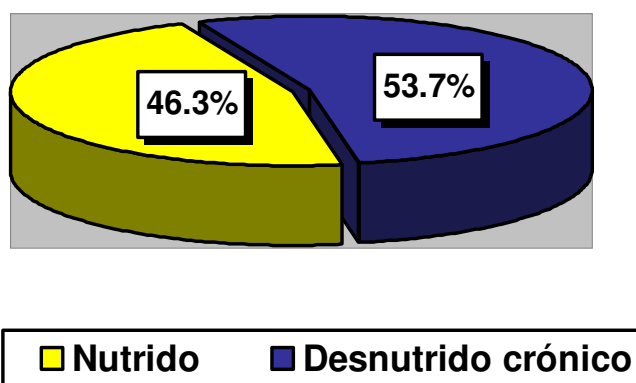
Distribución de la población de estudio



Se muestra la distribución de la población estudiada, siendo el 53.7% (54) conformada por la población masculina, y el 46.3% (40) por la población femenina, de un total de 94 niños y niñas.

Grafico N° 2

Distribución de la población masculina según estado nutricional



Se observa la distribución de la población según el estado nutricional. De los 54 casos reportados, 29 (53.70%), corresponden a niños con diagnóstico de desnutrición crónica, y 25 (46.30%) corresponden a niños con nutrición adecuada.

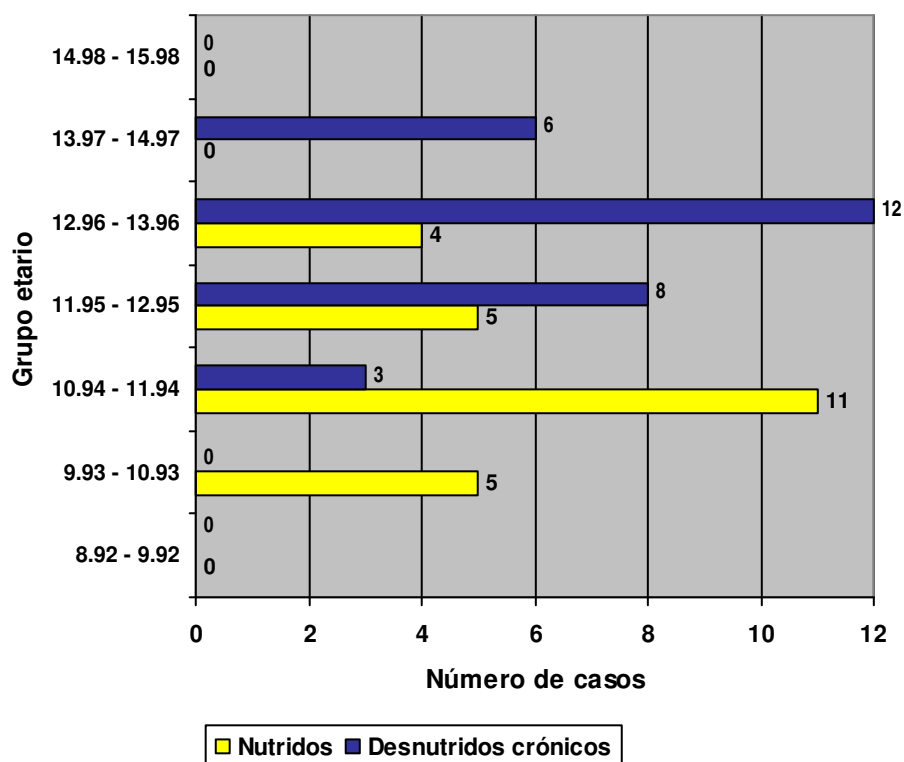
Tabla N° 1

Número de frecuencias según grupo etario en niños con nutrición adecuada y desnutrición crónica.

INTERVALOS	NUTRIDO		DESNUTRIDO	
	FREC.	PORC.	FREC.	PORC.
8.92 – 9.92	0	0%	0	0%
9.93 – 10.93	5	20%	0	0%
10.94 - 11.94	11	44%	3	10.34%
11.95 – 12.95	5	20%	8	27.59%
12.96 – 13.96	4	16%	12	41.38%
13.97 – 14.97	0	0%	6	20.69%
14.98 – 15.98	0	0%	0	0%
Total	25	100%	29	100%

Gráfico N° 3

Distribución de casos, de la población masculina según grupo etario



Se presenta la distribución de la frecuencia en la población masculina, según su estado nutricional; la mayor frecuencia por edad para los niños con nutrición adecuada se presentó entre los 10.94 a 11.94 años, representando a 11 casos (44%) de la población, en los niños con desnutrición crónica se presentó entre los 12.96 a 13.96 años, representando a 12 casos (41.38%) de la población, seguido por el grupo de 13.97 a 14.97 años de edad, con 6 (20.69%) casos. La menor frecuencia se dio a los 9 y 15 años, con ningún caso registrado.

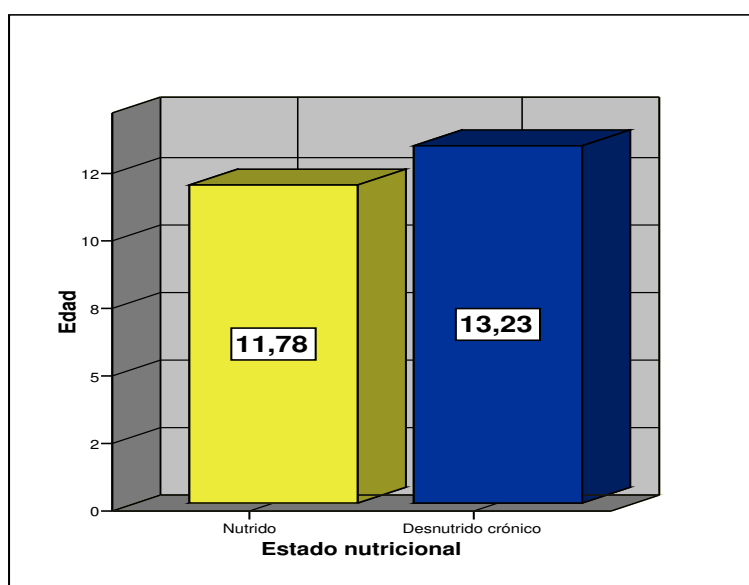
Tabla N° 2

Promedio de edad en niños con nutrición adecuada y desnutrición crónica.

Edad			
Nut	Media	N	Desv. típ.
Nutrido	11.7764	25	.87370
Desnutrido crónico	13.2287	29	.88509
Total	12.5563	54	1.13746

Grafico N° 4

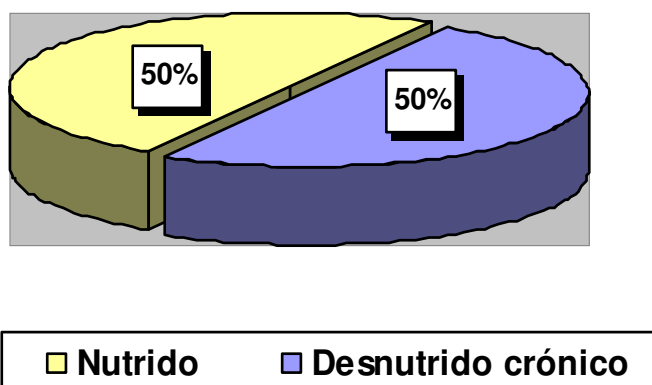
Distribución de la población masculina, según promedio de edad y estado nutricional



Se muestra la distribución de la edad promedio según su estado nutricional obtenida en varones. La edad promedio obtenida en la muestra fue de 12.55 años, con una desviación estándar de 1.13. 25 niños (46.30%%) presentaron nutrición adecuada, cuyo promedio de edad fue de 11.78 años, con una desviación estándar de 0.87; mientras que 29 niños (53.70%) presentaron desnutrición crónica, cuyo promedio de edad fue de 13.23 años, con una desviación estándar de 0.88.

Grafico N° 5

Distribución de la población femenina según estado nutricional



Se observa la distribución de la población según el estado nutricional. De los 40 casos reportados, 20 (50%), corresponden a niña con diagnóstico de desnutrición crónica, y 20 (50%) corresponden a niñas con nutrición adecuada.

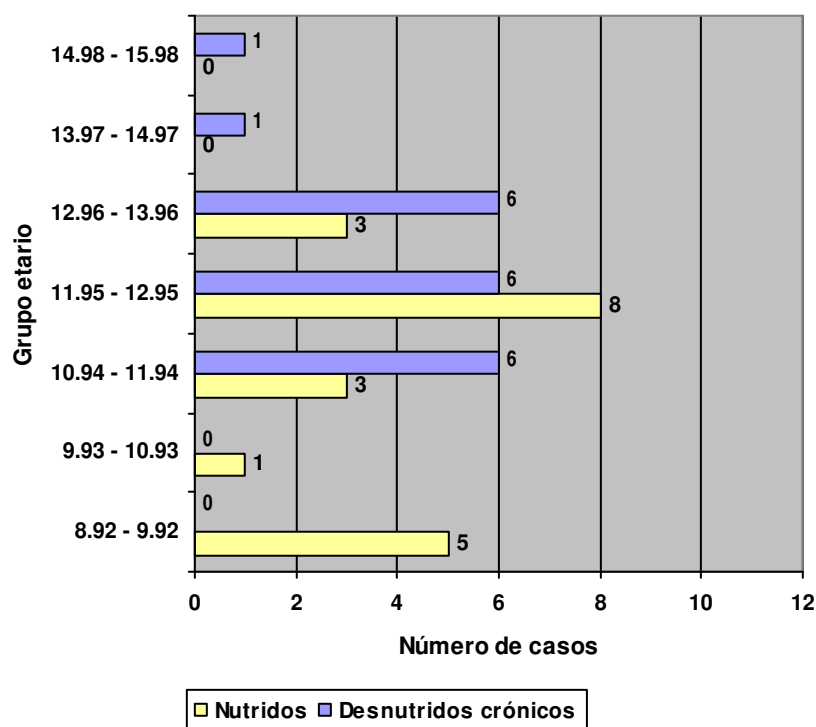
Tabla N° 3

Número de frecuencias según grupo etario en niñas con nutrición adecuada y desnutrición crónica.

INTERVALOS	NUTRIDO		DESNUTRIDO	
	FREC.	PORC.	FREC.	PORC.
8.92 – 9.92	5	25%	0	0%
9.93 – 10.93	1	5%	0	0%
10.94 - 11.94	3	15%	6	30%
11.95 – 12.95	8	40%	6	30%
12.96 – 13.96	3	15%	6	30%
13.97 – 14.97	0	0%	1	5%
14.98 – 15.98	0	0%	1	5%
Total	20	100%	20	100%

Gráfico N° 6

Distribución de casos, de la población femenina según grupo etario



Se presenta la distribución de la frecuencia en la población femenina, según su estado nutricional; la mayor frecuencia por edad para los niñas con nutrición adecuada se presento entre los 11.95 a 12.95 años, representando a 8 casos (40%) de la población, no se registro ningún caso entre los 14 y 15 años; en los niñas con desnutrición crónica se presento entre los 10.94 a 13.96 años, representando a 18 casos (90%) de la población, siendo de igual cantidad para cada intervalo, seguido por el grupo de 13.97 a 14.97 y 14.98 a 15.98 años de edad, con 1 (5%) casos registrado respectivamente. La menor frecuencia se dio a los 9 y 11 años, con ningún caso registrado.

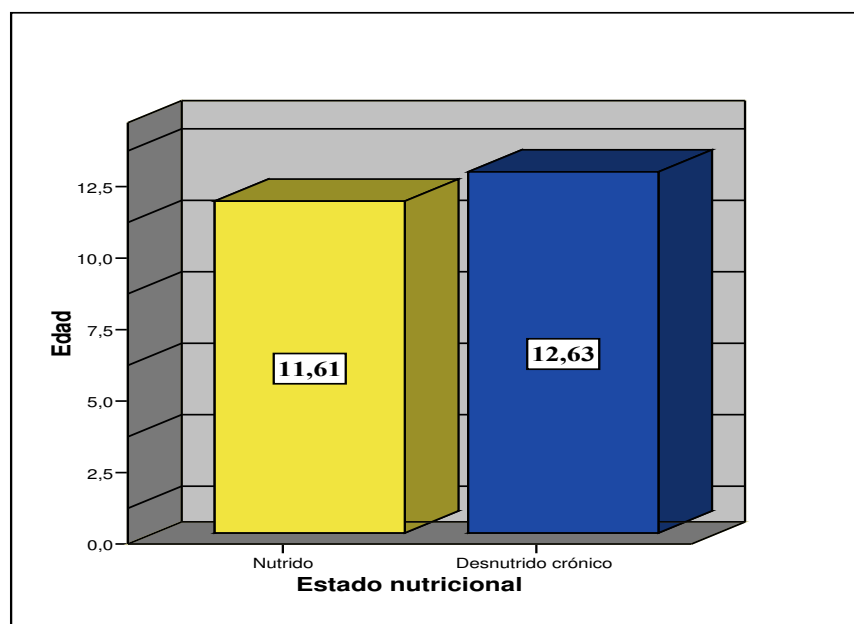
Tabla N° 4

Promedio de edad en niñas con nutrición adecuada y desnutrición crónica.

Edad			
Nut	Media	N	Desv. típ.
Nutrido	11.6079	20	1.46853
Desnutrido crónico	12.6329	20	1.15304
Total	12.1204	40	1.40276

Gráfico N° 7

Distribución de la población femenina, según promedio de edad y estado nutricional



Se muestra la distribución de la edad promedio según su estado nutricional obtenida en niñas. La edad promedio obtenida en la muestra fue de 12.12 años, con una desviación estándar de 1.40. 20 niñas (50%) presentaron nutrición adecuada, cuyo promedio de edad fue de 11.60 años de edad, con una desviación estándar de 1.47; mientras que 20 niñas (50%) presentaron desnutrición crónica, cuyo promedio de edad fue de 12.63 años de edad, con una desviación estándar de 1.15.

Tabla N° 5

Correlación para muestras independientes de edad y estado nutricional, en niños

Diferencias relacionadas			T	gl	Significancia bilateral
Desviación standard	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
0.90	inferior	superior			
	0.77	1.26	6.17	53	0.000

Se muestra la correlación entre las muestras independientes, según la prueba T de student. Se obtuvo un valor T de 6.17, con un grado de libertad de 53 que corresponde a un valor crítico de 2.678, y con una desviación estándar de 0.9; lo cual nos indica una que los valores obtenidos presentan una diferencia estadísticamente significativamente.

Tabla N° 6

Correlación para muestras independientes de edad y estado nutricional, en niñas

Diferencias relacionadas			T	gl	Significancia bilateral 0.000
Desviación standard	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
1.30	inferior	superior			
	0.20	1.03			

Se muestra la correlación entre las muestras independientes, según la prueba T de student. Se obtuvo un valor T de 2.518, con un grado de libertad de 39 que corresponde a un valor crítico de 2.708, y con una desviación estándar de 1.3. esto nos indica que la diferencia entre los valores obtenidos no son estadísticamente significativos para el estudio.

V. DISCUSIÓN

Desde la fecundación nuestro crecimiento es el resultado de una compleja interacción entre herencia genética y medio ambiente, representándose en una curva con momentos de mayor aceleración durante los 3 primeros años y la pubertad; siendo modulado por el sustrato energético, nutrientes, insulina y factores de crecimiento en su primera etapa, e incrementándose el efecto de la hormona de crecimiento (GH) y hormonas sexuales durante la pubertad.⁵⁹

En condiciones de desnutrición la afectación sobre el crecimiento y demás estructuras esta en relación al momento, duración e intensidad, así como de la capacidad de respuesta individual ligado al género, heterocigosis y estabilidad genética^{59.61.62}. Según Hernández, cuando más precoz y más prolongada es la desnutrición será más difícil la recuperación completa. Para Parapar³¹, la afectación del crecimiento mandibular en estados de desnutrición, es causante de displasias esqueléticas no uniformes.

Durante la adolescencia se incrementan las demandas de energía y nutrientes para los procesos de crecimiento y maduración, siendo una etapa de vulnerabilidad nutricional⁶⁰, que según Guimarey y col⁶² es capaz de modificar la expresión genética.

El estudio determinó la edad de ocurrencia del pico máximo crecimiento puberal en 94 niños y niñas con desnutrición crónica y nutrición adecuada. Se observó diferencias significativas entre las poblaciones de varones, con un

retraso de 1.45 años en niños desnutridos crónicos en relación con los nutridos. Sin embargo no se muestran diferencias significativas entre las poblaciones femeninas; en contradicción con el estudio realizado por Garnier (2005) donde las niñas desnutridas presentaron una pubertad retrasada en 3 años, en relación a patrones occidentales; y Rodríguez⁶³ quien encontró un retraso estatural mayor en mujeres de estratos sociales socioeconómicos bajos con carencias nutricionales, sin embargo su muestra fue constituida por solo 17 pacientes. Según Alcazar²⁹ mientras más acentuada es la desnutrición mayor será el retraso de la edad ósea, en concordancia con Morales²³, quien halló un retraso del 64.5% en niños desnutridos, independientemente del género.

La diferencia entre géneros hallada en el estudio se puede fundamentar por la presencia del dimorfismo sexual (que refleja la interacción entre genética y adaptación en distintos ambientes)⁶¹; según Pucciarelli⁶¹ (1993) esta disminuirá bajo un déficit nutricional y se incrementará al mejorar la nutrición, también afirma que las mujeres mostrarían un mejor proceso adaptativo y canalización del crecimiento ante el estrés nutricional, siendo los varones quienes presenten tasas de crecimiento más sensibles a cambios medioambientales; como lo muestra la diferencia entre los resultados del estudio. Se cree que esto se debe a diversos factores, como la influencia del cromosoma XX que aceleraría la maduración y canalizaría el crecimiento de manera más rigurosa que el par XY.^{61.64}, se piensa que esto se debe a que el cuerpo de las niñas desnutridas necesita almacenar energía para la etapa de reproducción.

Durante estados de desnutrición hay una alteración en la actividad de la hipófisis y del hipotálamo, creándose una resistencia a la acción de la GH, reduciendo el número de receptores a nivel del cartílago de crecimiento y alterando el gen IGF – I, disminuyendo así la velocidad de crecimiento. A nivel de la hipófisis causaría una disfunción de gónadas disminuyendo el nivel de testosterona principalmente en los niños desnutridos.^{61, 65}

Hernández afirma que los factores psicosociales como la deprivación sicosocial, posee una influencia en el equilibrio afectivo, desarrollo intelectual y crecimiento somático, siendo capaz de originar un hipocrecimiento por déficit transitorio de GH, que se corrige espontáneamente cuando se separa a los niños de un medio familiar hostil; también Muzzo⁵⁰ afirma que factores como el cultural y educativo de la madre, puede influir en la modificación del crecimiento de sus hijos, así como el número de ellos.

De la referencia de estos datos se puede concluir que hay una diversidad de factores que influyen en el proceso de crecimiento y desarrollo en el niño, siendo un fenómeno de origen multifactorial, pero asociado principalmente con la calidad y cantidad de nutrientes que este ingiera durante las etapas más importantes de su desarrollo.

VI. CONCLUSIONES

1. Se encontró diferencias significativas entre el promedio de ocurrencia del pico máximo de crecimiento puberal en los niños con nutrición adecuada y desnutrición crónica, por lo cual se valida la hipótesis de investigación, para este género.
2. No se encontró diferencias significativas entre el promedio de ocurrencia del pico máximo de crecimiento puberal en las niñas con nutrición adecuada y desnutrición crónica, por lo cual no se valida la hipótesis de investigación y se acepta la hipótesis nula, para el género femenino.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se sugiere ampliar la muestra de estudio tanto para niñas como para niños.
2. Se recomienda ampliar el estudio en desnutridos crónicos según el grado de severidad: leve, moderado y grave; en relación con la ocurrencia del pico máximo de crecimiento puberal.
3. Se sugiere el estudio de otras variables que también afectan al momento del pico máximo de crecimiento puberal como condición socioeconómica, ingesta calórica y velocidad de crecimiento.
4. Se recomienda profundizar los estudios referentes a la edad de ocurrencia del pico máximo de crecimiento puberal en una población más amplia y ser evaluados con estándares latinoamericanos.

RESUMEN

La madurez esquelética por lo general es usada como indicador para predecir el momento del pico máximo de crecimiento puberal, pero esta se ve influenciada por el género y por factores externos como el nutricional. Este estudio evaluó la influencia del estado nutricional en la edad del pico máximo de crecimiento puberal en 40 niñas y 54 niños con desnutrición crónica y nutrición adecuada, entre los 9 y 15 años de edad.

Para la evaluación del estado nutricional se empleó medidas antropométricas de talla y edad cronológica, en relación con valores determinados mediante percentiles de la CDC NCHS; y para la determinación de la madurez esquelética se tomaron radiografías de la falange media y proximal del tercer dedo siguiendo el sistema de valoración de Tanner y Whitehouse II. Tras el análisis estadístico mediante la prueba T de Student, se determinó un retraso muy significativo de 1.45 años sobre el promedio de ocurrencia en varones con desnutrición crónica, en las niñas no se encontró diferencias significativas entre ambos estados nutricionales, pudiendo atribuirse a una mejor capacidad fisiológica de protección ante estado de carencia nutricional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Organización Panamericana de la Salud (PAHO). Salud en las américas. 2002:1; 196. (citado 28 Jun 2007). Disponible en URL:<http://www.paho.org/Spanish/DD/PUB/alimentaci%C3%B3n-y-nutrici%C3%B3n.pdf>
2. Organización Panamericana de la Salud (PAHO). Perfil de Salud de País. Perú Datos citados para el 2001 (citado 04 de Jul 2007) Disponible en URL: <http://www.paho.org/spanish/sha/prflper.htm>
3. Parapar J.M., Cabrera M., Barcela H., Burque B. Influencia de la desnutrición durante la lactancia sobre dimensiones corporales, el peso de algunos órganos, la mandíbula y los molares de ratas. Rev. Cubana de Estomatología. 1983; 20(3): 274-282.
4. Allipi R.M., Meta M.D., Boyer P.M., Bassin C.E. Crecimiento compensador de la mandíbula durante la rehabilitación nutricional de ratas prepuberales sometidas a carencia aguda de proteína dietarias. Rev. Fac. Odont. Univ. de Bnos Ars. 2000; 17 (44):33 -36.
5. Arvystas M. Las razones para un tratamiento ortodóntico temprano. Journal of Orthopedics - Orthodontics and Pediatric Dentistry. 1997; 4 (4): 23 – 27.
6. Papa A., Benito M., Ferrer M. *et al.* Desnutrición severa y efectos en el macizo craneofacial: Reporte de un Caso. OD. [online]. jun. 2006; 3(1): 38-46

[citado 18 Febrero 2008], Disponible en: URL: http://www.serbi.luz.edu.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1317-82452006006000006&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1317-8245.

7. Ozer T., Kama J.D, Ozer S.Y. A practical method for determining pubertal growth spurt. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2006 Aug; 130(2):131-136.

8. Baccetti T., Franchi L., De Toffol L., Ghiozzi B., Cozza P. The diagnostic performance of chronologic age in the assessment of skeletal maturity. *Prog Orthod*. 2006; 7(2):176-88.

9. Garnier D., Simondon K.B., Benefice E. Longitudinal estimates of puberty timing in Senegalese adolescent girls. *Am J Hum Biol*. 2005 Nov- Dec; 17 (6):718-730.

10. Espina A. Empleo de la edad dental y la edad ósea para el cálculo de la edad cronológica con fines forenses, en niños escolares con valores de talla y peso no acordes con su edad y sexo, en Maracaibo, estado Zulia. Estudio preliminar. *Acta odontológica venezolana*. 2007; 45(1)

11. Sidlauskas A., Zilinskaite L., Svalkauskiene V. Mandibular pubertal growth spurt prediction. Part one: Method based on the hand-wrist radiographs. *Stomatologija*. 2005; 7 (1):16-20.

12. Valentín F., Vilchez L. Correlación entre los estadios de maduración esquelética de la falange media del tercer dedo MP3 con la calcificación del canino mandibular permanente en escolares peruanos con diferentes estados de nutrición de la ciudad de Lima. *Evidencia Odontológica* 2004, 1: 33-37.

13. Freitas D., Maia J., Beunen G., Lefevre J., Claessens A., Marques A., Rodrigues A., Silva C., Crespo M., Thomis M., Sousa A., Malina R. Skeletal maturity and socio-economic status in Portuguese children and youths: the Madeira growth study. *Ann Hum Biol.* 2004; 31(4):408-20.
14. Cáceres L., Ayala G. Alteraciones en el crecimiento y desarrollo óseo en ratas albinas sometidas a dieta deficiente en proteínas y diferentes concentraciones de hierro. *Rev. Odontología Sanmarquina.* 2004; 8(2):13-19.
15. Paredes C. Comparación de los estadios de osificación determinados por Hägg y Taranger entre niños suecos y peruanos mestizo de 8 a 17 años para ser empleados en el tratamiento ortodóntico. TB-USMP. Lima, 2003.
16. Coelho K., Sichiri R., González H. Influencia de la maduración sexual en el índice de masa corporal en adolescentes de bajo nivel socioeconómico de Río de Janeiro *Rev. Chil. Nutr.* 2002; 29 (1)
17. Mori G. Avaliacao da eficacia do método simplificado a partir de comparacao com o método de Fishman, para a determinacao da idade esquelética. *Revista Paulista de odontologia.* 2001; Año XXIII (04): 29-31.
18. Bini V., Celi F., Berioli M.G., Bacosi M.L., Stella P., Giglio P., Tosti L., Falorni A. Body mass index in children and adolescents according to age and pubertal stage. *Eur J Clin Nutr.* 2000; 54(3):214-8.
19. Bull R.K., Edwards P.D., Kemp P.M., Fry S. Hughes I.A. Bone age assessment: a large scale comparison of the Greulich and Pyle, and Tanner and Whitehouse (TW2) methods. *Arch Dis Child.* 1999; 81(2):172-3.

20. Shaikh A., Rikhasor R., Qureshi A. Determination of skeletal age in children aged 8-18 years. J Pak Med Assoc. 1998; 48(4):104-106.
21. De Simone M., Farello G., Palumbo M., Gentile T., Ciuffreda M., Oliosio P., Cinque M., De Matteis F. Growth charts, growth velocity and bone development in childhood obesity. Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord. 1995; 19(12):851-7.
22. Hurtado M., Rios S., Valencia A., Echeverri J.I., Jiménez I.V. Estudio comparativo de crecimiento y desarrollo craneofacial en tres poblaciones diferentes (Belmira, Damasco y Valle de Aburra). Revista CES Odontología 1994; 7 (1): 37-44.
23. Morales G., Machado M., Caravia F., Carbó J.E. Edad ósea y oclusión dentaria. Rev. Cuba. Estomatol. 1993; 30(1):48-56.
24. Izaguirre I., Macías C., Sileo E. Evaluación de la maduración. En: M. López-Blanco y M. Landaeta-Jiménez (Eds). Manual de Crecimiento y Desarrollo. SVPP, Capítulo de Crecimiento, Desarrollo, Nutrición y Adolescencia. Laboratorios Serono. FUNDACREDESA. Caracas 1991. pp. 9-15.
25. Takai S. Smoothed skeletal maturity curve of Japanese children by Tanner Whitehouse 2 (TW2) method and its application. Kaibogaku Zasshi. 1990; 65(6):436-47.
26. Machado M., Caravia F., Morales G. Influencia de la desnutrición en el crecimiento y desarrollo craneofacial. [online]. Jun - dic. 1989; 5(2): 323-330 [citado 18 Febrero 2008]. Disponible en: URL: <http://www.>

<http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=Ink&exprSearch=106081&indexSearch=ID>

27. Canals M., Valenzuela C., Avendaño A., Samith S. Maduración ósea de niños mayores de 6 años. Mano y muñeca I Parte: análisis cuantitativo. Rev. Chil. Pediatr. 1988; 59(2): 102 – 105.

28. Méndez H., De Méndez C. Estratificación social y biológica humana. Método Graffar modificado. Arch. Venez. Puer. Ped. 1986; 49 (-34): 203 – 208.

29. Alcázar M., Alvear J., Muzzo S. Influencia de la nutrición en el desarrollo óseo del niño. Archivo latinoamericano de Nutrición 1984; 34: 298 – 307.

30. Wenzel A., Droschl H., Melsen B. Skeletal maturity in Austrian children assessed by the GP and the TW-2 methods. Ann Hum Biol. 1984; 11(2):173-177.

31. Olivera, Compagnucci, Roig, Mandaluris, Morgaz, Hope, Blanciotti, Vatta, Elvertin, Allipi, Boyer. Evidencia de um mecanismo antiostogénico en la respuesta de la mandíbula de rata con enanismo por desnutrición. Asociación argentina de osteología y metabolismo mineral; XXIII reunión anual. 2006 [citado 18 de julio 2008]. Disponible en: URL: [http://www. Aaomm.org.ar/L-Resumenes.pdf](http://www.Aaomm.org.ar/L-Resumenes.pdf)

32. Hägg U., Taranger J. Skeletal stages of the hand and wrist as indicators of the pubertal growth spurt. *Acta Odontol Scand.* 1980; 38:187–200.
33. Águila F., Enlow H. Crecimiento craneofacial ortodoncia y ortopedia. 1ª ed. Venezuela: Actualidades médico odontológicas Latinoamérica. 1993: 15-30, 220-223.
34. Vellini F. Ortodoncia: Diagnóstico y Planificación Clínica. 1º Edición. Editorial Artes Médicas. Brasil. 2002
35. Quispe A. I. Estudio Radiográfico de la falange media del tercer dedo y su relación con el momento pico de crecimiento en 80 escolares de la ciudad de Lima. TB-UNMSM, 2001
36. Tedaldi J., Calderón R. Mayora L. Quirós M., Rondón S., Lerner H. tratamiento de maloclusiones según el estadio de maduración carpal - revisión bibliográfica. *Revista latinoamericana de ortodoncia y ortopedia.* 2007:6.
37. Caballero M. Evaluación de los estadios de maduración ósea carpal según Fishman y su relación con la edad cronológica en niños de 7 a 15 años de edad atendidos en la Clínica Odontológica de la UNMSM. TB – UNMSM, 2005.
38. Velásquez M., Correa P. Indicadores de Crecimiento Físico. *Revista CES Odontología* 2004; 17(1).

39. Waterlow J.C. Malnutrición energético proteica. Publicación Científica 555 OPS 1996.
40. Hodgson M.I. Evaluación del estado nutricional. : Curso de nutrición de la PUC de Chile [online]. Clase 4 de 7 [citado de mayo del 2008], Disponible en: URL:<http://www.escuela.med.puc.cl/paginas/publicaciones/manualped/EvalEstadNutric.html>
41. Robertson J., Shilkofski N. Manual Ariel Lane de Pediatría asistida ambulatoria. 17ª edición. Ed. Elsevier Mosby. España 2006.
42. Stewart P., Wall G., O'Reilly C. ABC de la nutrición. 4º edición Ed BMJ Books. Londres 2003.
43. Segura J.L., Montes C., Hilario M.E., Asenjo P., Baltasar G. Pobreza y desnutrición. Editorial Supergráfica. Perú, 2002.
44. Martorell R., Kehen L., Schroeder D.G., Reversitibility of stunting: epidemiologic finding in children from developing countries. Eur. J. Clin. Nut. 1994;48(Suppl. 1):S45-S57.
45. Ministerio de Salud. Orientación para la atención integral del adolescente en el primer nivel de atención documento técnico. 1ra Edición. Perú: MINSA; 2006.

46. Karlberg J., Jalil F., Lam B., Low L., Linear growth retardation in relation to the three phases of growth. *Eu JI of Clinical Nutrition*. 1994;48(suppl Feb): S25-S44.
47. Proffit W. Ortodoncia. Teoría y práctica. Mosby / Doyma Libros. España. 1994: 67- 147
48. López M., Tovar G., Farid N., Landaeta M., Méndez H. Estudios comparados de la estatura y la edad de la menarquia según estrato socio-económico en Venezuela. *Arch Lat Nutr* 1981; 31: 740-757.
49. Pajuelo J., Villanueva M., Chávez J. La desnutrición crónica, el sobrepeso y la obesidad en niños de áreas rurales del Perú. *Anales de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. 2000;61(3):201-206.
50. Muzzo S. Crecimiento normal y patológico del niño y del adolescente. *Revista Chilena de Nutrición*. 2003, 30 (2).
51. Quiñonez M. E., Rodriguez A., Gonzalez B. Morbilidad bucal: Su relación con el estado nutricional en niños de 2 a 5 años de la Consulta de Nutrición del Hospital Pediátrico Docente de Centro Habana. *Rev Cubana Estomatol*, 2004;41 (1).
52. Moghnihan P. The British Nutrition Foundation Oral task force report-issues relevant to dental health professionals. *Br Dent J* 2000;188(6):308-312.

53. Tanner J., Oshman D., Bahhage F. Tanner – Whiterhouse bone age references values for North American children. J Pediatr. 1997; 131: 34-40.
54. Gonzales J.P., Castro J.R., López R. Talla baja: concepto, clasificación y pauta diagnóstica. Canarias Pediátrica 1999;22(2):33-36.
55. Gardner E., Gray D., O' Rahilly R. Anatomía estudio por regiones del cuerpo humano. 2ª edición. Salvat editores S.A. Barcelona, 1974.
56. Orellana T., Marengo H., Soldevilla L., Orellana M. Estudio de la maduración ósea en pacientes niños de la clínica odontológica de la UNMSM. Rev. Científica Odontología Sanmarquina. 2006; 9(2):25-27.
57. Tristian J.M. Influencia de diversos factores de salud y sociodemográficos en el desarrollo esquelético y antropométrico. TD-Universidad de Granada, 2005.
58. Gibilisco J. A. Diagnóstico radiológico en estomatología. 5º edición. Editorial Panamericana. Buenos Aires, 1988.
59. Hernández M. Fisiología y valoración del crecimiento y la pubertad. Pediatría Integral. 2007; XI (6):471-484.
60. Cabrera T. Nutrición adolescente. Archivos venezolanos de puericultura y nutrición. 2002:65(3).

61. Pucciarelli H., Carnese F., Pinotti L., Guimarey L., Goicochea A. Diformismo sexual en escolares del barrio de Villa IAPI (Quilmes, Buenos Aires, Argentina). *American Journal of Physical Anthropology*. 1993;92:165-172.
62. Guimarey L., Carnese F., Pucciarelli H. La influencia ambiental en el crecimiento humano. *Revista de divulgación científica y tecnología de la asociación ciencia hoy*. 1995; 30:41 [citado el 18 de julio del 2008], Disponible en: URL:<http://www.cienciahoy.org.ar/hoy30/ambiental.htm>
63. Rodríguez L. Situación nutricional del escolar y adolescente en Chile. *Revista chilena de pediatría*. 2007;78(5):523-533 [citado el 18 de julio del 2008]http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-41062007000500011
64. Pucciarelli H., Carnese F., Guimarey L. Desnutrición y dimorfismo sexual. *Revista de divulgación científica y tecnología de la asociación ciencia hoy*. 1996; 6:34 [citado el 18 de julio del 2008], Disponible en: URL: <http://http://www.cienciahoy.org.ar/hoy34/desn01.htm>
65. Orden A., Pucciarelli H., Mune M., Guimarey L., Villanueva M., Rodríguez R., Pons E. Efecto de las hormonas gonadales sobre el dimorfismo sexual en sustrato de desnutrición *Acta physiol. pharmacol. ther. latinoam* 1998;48(3):157-163

ANEXOS

ANEXO Nº 1

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Nº de Ficha: _____

Fecha: _____

Valoración nutricional: _____

1. FILIACIÓN

- Nombre: _____
- Sexo: _____
- Fecha de nacimiento: _____
- Edad: _____ años _____ meses

2. EVALUACIÓN RADIOGRÁFICA

Valor obtenido según TW II: _____

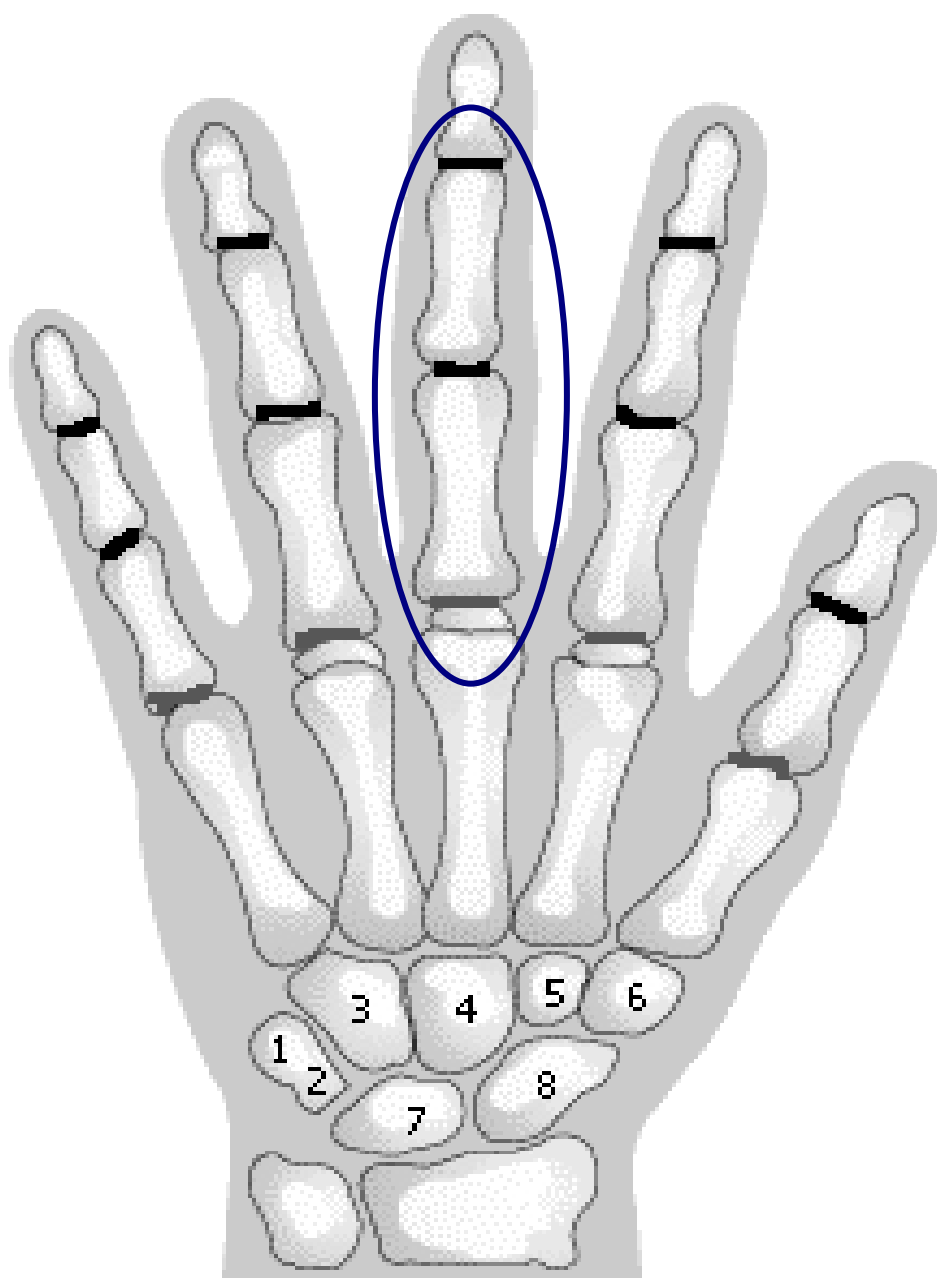
Nombre del recolector de datos: _____

ANEXO Nº 2

ESTADIOS EPIFICIARIOS DE LA FALANGE MEDIA DEL TERCER DEDO
SEGÚN EL MÉTODO TANNER – WHITERHOUSE II

ANEXO N° 3

ESQUEMA DE LA MANO PARA LA TOMA RADIOGRÁFICA



ANEXO N° 4

PERCENTILES PARA LA VALORACIÓN NUTRICIONAL SEGÚN CDC - NCHS

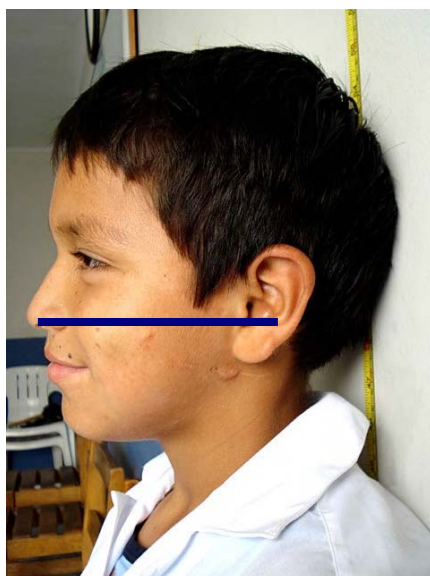
ANEXO N° 5

5.1 REGISTRO FOTOGRÁFICO PARA EL ANÁLISIS DEL ESTADO NUTRICIONAL

1. POSICIÓN DEL NIÑO PARA EL REGISTRO DE LA TALLA



2. POSICIÓN PARALELA DEL PLANO DE FRANKFURT



5.2 REGISTRO FOTOGRÁFICO DEL ESTUDIO RADIOGRÁFICO

1. ESQUEMA DE LA MANO PARA LA TOMA RADIOGRÁFICA



2. MÁQUINA RADIOGRÁFICA EMPLEADA



3. POSICIÓN DEL NIÑO PARA LA TOMA RADIOGRÁFICA



4. POSICIÓN DE LA MANO PARA LA TOMA RADIOGRÁFICA



ANEXO N° 6

MUESTRA DE RADIOGRAFIA DE LA FALANGE MEDIA Y PROXIMAL DEL

TERCER DEDO EN EL PMCP.

FALANGE MEDIA DEL III DEDO



FALANGE PROXIMAL DEL III DEDO

